

El GNC en el transporte público de pasajeros

Contaminantes

Los problemas más importantes de calidad del aire en áreas urbanas en el mundo son causados por los siguientes elementos:

- a) El gas monóxido de carbono (CO).
- b) El gas ozono (O₃). No es emitido directamente, sino que se forma por la reacción fotoquímica de óxidos de nitrógeno (NO_x) e hidrocarburos (HC) en la forma de componentes orgánicos volátiles (COV) en presencia de la luz solar.
- c) El material particulado fino, que se expresa como concentración de partículas de tamaños de hasta 2,5 micrones (PM_{2,5}) y de hasta 10 micrones (PM₁₀).
- d) El gas dióxido de azufre (SO₂).
- e) Otros contaminantes tóxicos del aire (plomo, cadmio, cloro, cloruro de hidrógeno, ácido fluorídrico, benceno, tolueno, xileno).

De todos estos contaminantes, el más dañino para la salud humana en los centros urbanos es el material particulado (ver *Carta Petrolera* de octubre de 1998). Cuanto más pequeñas sean las partículas, más dañinas son para la salud.

Los estándares europeos sobre emisión de contaminantes son mucho más estrictos que los americanos para el monóxido de carbono (CO) y en menor medida para hidrocarburos (HC), mientras que son más permisivos para óxido de nitrógeno (NO_x) y material particulado (PM). En cambio en óxido de nitrógeno (NO_x) y en material particulado (PM) tienen en Estados Unidos estándares mucho más reducidos que en Europa.

Una diferencia fundamental entre los estándares europeos y americanos es que los americanos excluyen el metano del grupo de los hidrocarburos, porque es muy poco reactivo en la atmósfera baja y prácticamente no contribuye a formar ozono ni *smog* y no se lo considera un contaminante. A los hidrocarburos en conjunto se los llama THC, mientras si se excluye el metano se los llama NMHC (*non methane hydrocarbons*). Debido a estas características del metano es conveniente seguir el criterio norteamericano y considerar a los NMHC como el total de los compuestos orgánicos volátiles (COV) para destacar más las ventajas ambientales del GNC (su combustión emite más metano que los otros combustibles).

El **cuadro 1** compara factores de emisión para un autobús de recorrido urbano a *gasoil* y a GNC:

Cuadro 1 - Emisión en g/km h					
	NO _x	CO ₂	NMHC	CO	PM
Gasoil	14	244	1	4	0.55
GNC	4	184	0,3	0,4	0,05

Fuente: IANVG (1994).

Es usual agrupar las fuentes de contaminación del aire urbano en cinco categorías:

1) generación eléctrica; 2) industria; 3) edificios residenciales, comerciales e institucionales; 4) transporte; 5) quema de basura y vegetación a cielo abierto. Del total de emisiones en Capital Federal y el Gran Buenos Aires, el transporte contribuye en los porcentajes que se indican en el **cuadro 2**.

Cuadro 2 - Relevamiento 1996 (en %)					
Contaminante	CO	Nox	PM 2.5	SOx	COV
Porcentaje	95.6	87.5	69.0	64.1	71.9
<i>Fuente: Weaver y Balam (1998).</i>					

A su vez, dentro del sector transporte, los distintos tipos de vehículos según el combustible utilizado inciden de diferente forma. El **cuadro 3** presenta una tabla que permite discriminar la contribución a la contaminación del aire por tipos de vehículos en la Capital Federal y el Gran Buenos Aires.

Puede observarse que los vehículos de ciclo Diesel que combustionan gasoil provocan el mayor aporte a la contaminación del aire. A escala local los gases de exhaustación del GNC están exentos de plomo, compuestos sulfurados (que son, además, los de mayor incidencia en la formación de lluvia ácida) y producen una insignificante cantidad de material particulado, en relación con los motores Diesel. El metano, que es una sustancia no tóxica para la salud, es el hidrocarburo presente en 90% en las emisiones de vehículos a GNC.

Cuadro 3 - Total de emisiones contaminantes en CP Y GBA (año 1996)					
Categoría de fuente	CO	NOx	PM 2,5	SOx	COV
Gases de escape/nafta	795.132,0	39.034,6	1.513,1	2.131,1	82.272,2
Evaporación/ nafta					44.109,0
Gases de escape/GNC	39.093,5	11.627,4	331,3	13,9	971,8
Gases de escape/ gasoil	166.360,9	136.144,7	17.253,7	15.360,8	46.461,9
Gases de escape/ Otros gasoil	8.389,6	23.606,5	2.102,9	2.216,7	2.269,2
Embarcaciones	273,1	2.684,9	252,5	2.066,5	242,2
Total	1.009.249,1	213.098,1	21.453,5	21.788,9	176.326,3
<i>Otros: vehículos no ruteros (elevadores, tractores, grúas, etc.). Fuente: Weaver y Balam (1998).</i>					

En las áreas de tráfico denso el beneficio ambiental de transformar el transporte público de pasajeros a GNC se deriva fundamentalmente de la drástica reducción del material particulado fino (PM 10 y PM 2,5).

Costo social

Es muy difícil determinar la relación cuantitativa entre la exposición prolongada a la contaminación atmosférica y sus efectos sobre la salud. Para poder estimarla es necesario conocer la concentración media del contaminante de interés durante ciertos períodos de tiempo, su efecto y una relación demostrada entre los dos. De esta forma podrían determinarse niveles de mortalidad y morbilidad de afecciones específicas imputables a la contaminación del aire.

Según los datos compilados en Weaver y Balam (1998), el material particulado está en la Capital y en el Gran Buenos Aires altamente excedido respecto de los estándares nacionales y de la EPA (Environmental Protection Agency).

Sobre los valores de las tablas en los cuadros 1, 2 y 3 y teniendo en cuenta la cantidad de transporte de pasajeros y de carga, las emisiones de los mismos en toneladas por año, el factor de reducción de emisiones al pasar de los motores de ciclo Diesel a GNC y los beneficios en daños evitados en salud por tonelada de emisión reducida (tomando datos de Estados Unidos del *Center for Transportation Research*, Argonne National Laboratory), un informe concluyó que los beneficios económicos por daños evitados a la salud suman 12,378 dólares por unidad de colectivo o camión convertida a GNC en un área densamente poblada como es Capital y Gran Buenos Aires (ver **cuadro 4**).

Cuadro 4 - Estimación de los beneficios económicos en el GBA por daños evitados en salud, si se convirtiera a GNC la totalidad de las unidades diesel de colectivos y camiones						
PM2,5	CV	E(ton/año)	FR	BTE(\$/ton)	Ben.(\$/año)	BU(\$/año/und)
Col. Urb.	14,887	2,737.50	0.667	15,200	27,753,870.00	1,864.30
Col. Tur.	6,412	423.50	0.667	15,200	4,293,612.40	669.62
Cam. Liv.	99,067	1,936.63	0.667	15,200	19,634,329.60	198.19
Cam. Pes.	57,027	15,678.00	0.667	15,200	158,949,835.00	2,787.27
					210,631,647.00	5,519.38
PM10	CV	E(ton/año)	FR	BTE(\$/ton)	Ben.(\$/año)	BU(\$/año/und)
Col. Urb.	14,887	2,737.50	0.975	7,600	20,284,875.00	1,362.59
Col. Tur.	6,412	423.50	0.975	7,600	3,138,135.00	489.42
Cam. Liv.	99,067	1,936.63	0.975	7,600	14,350,428.30	144.86
Cam. Pes.	57,027	15,678.00	0.975	7,600	116,173,980.00	2,037.18
					153,947,418.30	4,034.05
NO₂	CV	E(ton/año)	FR	BTE(\$/ton)	Ben.(\$/año)	BU(\$/año/und)
Colectivos	21,299	2,446.75	0.774	4,700	8,900,787.15	417.90
Camiones	156,094	32,925.50	0.774	4,700	119,776,384.00	767.33
					128,677,171.15	1,185.23
SO₂	CV	E(ton/año)	FR	BTE(\$/ton)	Ben.(\$/año)	BU(\$/año/und)
Colectivos	21,299	2,026.00	1.000	4,700	9,522,200.00	447.07
Camiones	156,094	11,712.00	1.000	4,700	55,046,400.00	352.62
					64,568,600.00	799.69
O₃ (VOC)	CV	E(ton/año)	FR	BTE(\$/ton)	Ben.(\$/año)	BU(\$/año/und)
Colectivos	21,299	2,538.00	0.700	2,300	4,086,180.00	191.85
Camiones	156,094	62,841.00	0.700	2,300	101,174,010.00	648.16
					105,260,190.00	840.01
Beneficios totales en el sector salud					663,085,026.45	12,378.36

CV: Cantidad de vehículos.

E: Emisiones del contaminante considerado.

FR: Factor de reducción de emisión en la conversión de diesel a GNC.

BTE: Beneficios por daños evitados en salud por año, en el GBA.

BU: Beneficios por daños evitados en salud, por unidad vehicular y por año.

Fuente: Informe Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable, Secretaría de Transporte, Secretaría de Energía, Secretaría de Industria.

Este es un dato a tener en cuenta para decidir posibles medidas promocionales para la conversión de las más de 20000 unidades de transporte público registrados en el área Metropolitana de Buenos Aires.

Evaluación

El GNC está desarrollado en la Argentina en toda la cadena de valor. El **cuadro 5** refleja la evolución de los últimos años y el **cuadro 6** muestra en la cadena de precios de los combustibles, la alta rentabilidad que tiene la comercialización de GNC para el expendedor. El margen del estacionero es de 36% del precio final, cuando en los otros combustibles varía entre 8 y 12%. Este es un dato clave para la viabilidad económica del proyecto de reconvertir la flota del transporte público de pasajeros del área metropolitana al GNC.

Cuadro 5 - Indicadores Básicos del Negocio del GNC en la Argentina

	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Conversiones (anual)	52,759	67,279	45,276	59,647	65,200	47,919
Conversiones (acum)	201,817	269,096	314,372	374,019	439,219	481,119
Estaciones (anual)	82	40	21	44	55	76
Estaciones (acum)	425	465	486	530	585	654
Gas Natural (MMm3)	760	940	1,007	1,042	1,267	1,413

Fuente: Fiel, con datos de la Subsecretaría de Combustibles y EnarGas.

Cuadro 6 - Estructura de Precios de los Combustibles Expendidos en Estaciones de Servicio

Item	Nafta Súper		Gasoil		GNC	
	\$/litro	%	\$/litro	%	\$/litro	%
Precio CyF (estaciones)	0,2070	22,80	0,1880	46,70	0,1363	43,80
ITC	0,4865	53,70	0,1200	29,80		
IVA	0,0728	8,00	0,0491	12,20	0,0540	17,40
Ingresos Brutos	0,0283	3,10	0,0120	3,00	0,0087	2,80
Margen estacionero	0,1110	12,30	0,0342	8,50	0,1120	36,00
Precio al público	0,9060	100,00	0,4030	100,00	0,3110	100,00

Fuente: Carta Petrolera con datos de la Subsecretaría de Combustibles y empresas del

Los antecedentes normativos en la Argentina tendientes a promover reconversiones a GNC existen en Salta (abril 1988), Santiago del Estero (febrero de 1994), Jujuy

1.461/83 y 1.752/87, la Res. 425/97 y 527/97 de la SCIM (Secretaría de Industria, Comercio y Minería) que permitió el ingreso de 50 unidades a GNC para el transporte de pasajeros y el Plan Piloto Línea 160 en la ciudad de Buenos Aires.

Sin embargo, las conversiones a GNC están más que todo limitadas a taxis y autos particulares, no al transporte público y de cargas que sigue siendo gasolero, debido a los incentivos impositivos otorgados al gasoil y a algunos inconvenientes tecnológicos superables. Es más, en los últimos años el gasoil pasó a ser el combustible de las familias a través de los cambios en el parque vehicular privado.

La nafta súper tiene un ITC de 48 centavos por litro (38 centavos la común), el gasoil de 12 centavos (del '92 al '96 estuvo desgravado) y el GNC de 3 centavos por m³.

El **cuadro 7** exhibe los rendimientos por km de cada combustible en una unidad de transporte de pasajeros.

Cuadro 7 - Rendimientos combustibles				
	Rendimiento		Transporte de Pasajeros	
Nafta	8.232 kcal/l	0,50 l/km	10 km/l	0,099 \$/km
Diesel	9.211 kcal/l	0,44 l/km	11,04 km/l	0,034 \$/km
GNC	9.300 kcal/m ³	0,38 m ³ /km	11,3 km/m ³	0,03 \$/km

El **cuadro 8** permite identificar el universo de unidades a las cuales comprendería el plan de reconversión a GNC. El parque debe ser actualizado en función de los registros de 1998. Tiene datos de registros de 1996 para toda el área metropolitana (Capital Federal y Gran Buenos Aires).

Cuadro 8 - Transporte público de pasajeros area metropolitana		
Tipo de unidad	Combustible	Nro. de unidades
Transporte Público-Total	Gasoil	21.299
Urbano	Gasoil	14.827
Turismo	Gasoil	6.412

Fuente: Secretaría de Transporte.

El precio de litro del gasoil pagado por las empresas del Transporte Automotor de Pasajeros es inferior al que abona el consumidor minorista en el surtidor. El descuento lo obtienen las empresas por contar con surtidor propio en las instalaciones o por acceder a bonificaciones de los distribuidores. El precio medio del litro de gasoil para este mercado es de \$ 0,38 por litro, cuando en el surtidor es de 41 a 42 centavos. Como el GNC todavía no tiene desarrollado un mercado mayorista, el precio del m³ en estación de servicio es de \$ 0,32 a 0,33 por m³.

Como tampoco se puede cargar el GNC en la propia terminal de la empresa, las distintas líneas de transporte de pasajeros están obligadas a realizar recorridos improductivos si reconvierten sus unidades a GNC. El costo por km de combustible adicional consumido por esta distancia improductiva se ha calculado en 18 centavos.

Un ómnibus propulsado a GNC cuesta alrededor de US\$ 127.000 frente a los 120.000 de una unidad propulsada a gasoil. A su vez, dentro del universo de unidades de transporte automotor de pasajeros debe distinguirse las que hacen recorrido en el distrito capital (DF), de las que hacen trayectos suburbanos y

recorren más kilómetros por año. También dentro de la categorización de unidades suburbanas hay unidades que hacen recorridos más largos que otras. Por eso se distingue el Sub-Grupo I y el Sub-Grupo II (SGI y SGII).

El **cuadro 9** contiene el resultado de la evaluación económica de convertir a las unidades del transporte público de pasajeros al consumo de GNC sobre la base de parámetros actuales y teniendo en cuenta que las unidades se amortizan en 10 años.

Cuadro 9 - Uso del GNC en los servicios del APP Análisis comparativo con el uso del gas oil			
Rubros	Gasoil	GNC	Diferencia
Rendimiento del combustible (l/km)	0.44	0.55	25.0%
Km anual por vehículo			
DF	60,000		
SGI	87,500		
SGII	135,000		
Unidad media del sistema	83,200		
Precio de vehículo piso bajo (\$)	120,000	127,200	6.00%
Valor residual (proporción s/precio 0 km)	20.0%	15.0%	
Recupero (\$)	24,000	19,080	
Vida útil del vehículo (años)	10	10	
Amortización/km del vehículo			
DF (\$/km)	0.16	0.18	
SGI (\$/km)	0.11	0.12	
SGII (\$/km)	0.07	0.08	
Unidad media del sistema (\$/km)	0.12	0.13	
Amortización/año del vehículo			
DF (\$/año)	9,600	10,812	
SGI (\$/año)	9,600	10,812	
SGII (\$/año)	9,600	10,812	
Unidad media del sistema (\$/año)	9,600	10,812	
Precio del combustible (\$)	0.38	0.32	-15.8%
Gasto en combustible (\$)			
DF (\$/año)	10,032	10,560	(528)
SGI (\$/año)	14,630	15,400	(770)
SGII (\$/año)	22,572	23,760	(1,188)
Unidad media del sistema (\$/año)	13,911	14,643	(732)
Gastos por vehículo y por año			
DF (\$/año)	19,632	21,372	(1,740)
SGI (\$/año)	24,230	26,212	(1,982)
SGII (\$/año)	32,172	34,572	(2,400)
Unidad media del sistema (\$/año)	23,511	25,455	(1,944)
Precio de equilibrio del GNC			
Para compensar el consumo específico (\$)		0.304	-5%

Para compensar el consumo e inversión		
DF (\$)	0.267	-16.5%
SGI (\$)	0.279	-12.9%
SGII (\$)	0.288	-10.1%
Unidad media del sistema (\$)	0.278	-13.3%
Costo/km adicional recorrido p/cargar GNC		
Por combustible (\$)	0.18	
Proporción sobre consumo GNC (%)	0.38%	
Proporción sobre costo total con GNC	0.22%	
DF (%)	0.26%	
SGI (%)	0.21%	
SGII (%)	0.16%	
Unidad media del sistema (%)	0.22%	

De acuerdo con los resultados del ejercicio, los precios del m³ de GNC deberían reducirse 13,3% aproximadamente respecto del precio actual, para mantener sin alteración los costos de producción de los servicios de las empresas de transporte y por ende las tarifas a los usuarios.

El precio calculado de GNC que equilibra los costos de conversión no considera el impacto negativo de tener que recorrer una distancia adicional para cargar GNC en estaciones de carga que no respeten la actual estructura de distribución de los surtidores de combustibles que tienen las empresas de transporte público de pasajeros. Para no incurrir en costos improductivos de kilometrajes adicionales habría que instalar unas 83 bocas de carga de GNC en las cabeceras de las empresas o en sus cercanías.

Los márgenes que se manejan en el GNC hacen posible la implementación del plan.

Acciones

Hay que explicitar la voluntad política de llevar adelante el plan en una reunión que convoque a todos los involucrados, a saber:

- Gobierno Nacional (Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable, Secretaría de Energía, Secretaría de Transporte, Secretaría de Industria);
- Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires;
- Gobierno de la Provincia de Buenos Aires;
- Intendencias del Cono Urbano;
- Cámara de Empresarios del Transporte Automotor;
- Cámara de la Industria Automotriz;
- Empresas Distribuidoras de Gas Natural.

El sector público tiene distintos instrumentos para llevar adelante el plan de reconversión. En primer lugar tiene que exponer la voluntad de corregir el diferencial de ITC (Impuesto a la Transferencia de Combustibles) que grava el gasoil y las naftas.

Por las restricciones presupuestarias actuales es difícil reducir el ITC que grava las naftas. Podría fijarse con vigencia a partir del año 2000 un incremento en el ITC que grava al gasoil de 5 centavos por litro permitiendo al sector agropecuario tratar el

impuesto como pago a cuenta de otras obligaciones fiscales.

Concomitantemente las jurisdicciones públicas involucradas en el Area Metropolitana dictan normas afines que establezcan la conversión obligatoria a partir de cierta fecha de toda unidad que se incorpore a la prestación del servicio público de transporte automotor de pasajeros por sustitución de otra o por aumento del parque móvil. La conversión anticipada puede ser promovida impositivamente (v.g. reducción del impuesto de patentes). Recordar los beneficios sociales derivados de las ventajas ambientales.

El sector público también puede modificar los estándares de emisiones para evaluar más adecuadamente las ventajas ambientales del GNC y obligar a internalizarlas. Por la ley 27.919/94 los límites a las emisiones de hidrocarburos se establecen por un monto total, sin discriminar por tipo de hidrocarburo. El GNC reduce significativamente aquellas emisiones de hidrocarburos que no incluyen al metano (que no es nocivo para la salud). Los estándares corregidos deben luego controlarse estrictamente (*enforcement* de las normas ambientales).

Tecnológicamente la conversión de unidades no puede implementarse mediante la conversión de los motores Diesel de última generación a GNC, sino mediante la fabricación de motores *ad hoc*. En Brasil ya se fabrican ómnibus propulsados a GNC. Es importante acoplar la industria automotriz argentina a la microeconomía de esta transformación.

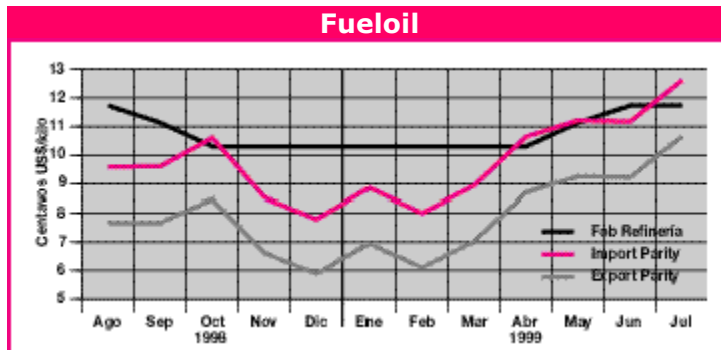
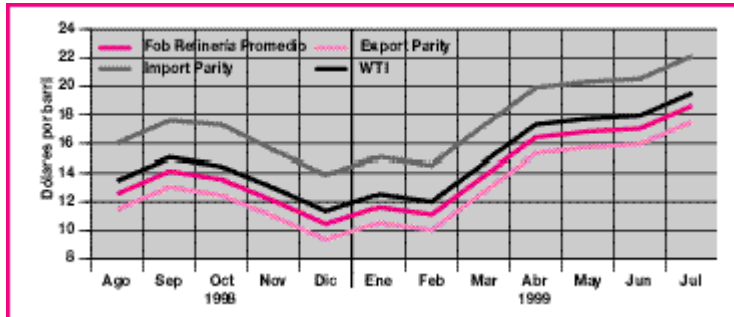
Otro aspecto de fundamental importancia es el aporte de las empresas distribuidoras de gas. Deberían invertir en la instalación de estaciones de carga en las actuales cabeceras operativas de las empresas de colectivos y llegar con un precio de GNC mayorista de alrededor de tres centavos menos que el de venta al público en estaciones de servicio. También deben ocuparse de asegurar una carga rápida mediante la incorporación de nueva tecnología.

Toda la cadena de valor del GNC se va a ver favorecida por este desarrollo que, a la vez, potenciará las posibilidades de exportaciones del sector (equipos, plantas compresoras y unidades de transporte propulsadas a GNC).

Mercado local respecto del negocio de oportunidad

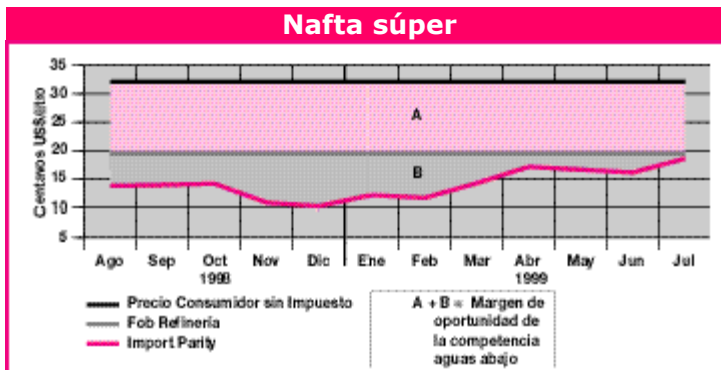
El seguimiento de los precios de los crudos locales y de los principales derivados, se efectúa en función del negocio de oportunidad que ofrece el mercado externo. Si el crudo no lo vendo localmente, lo puedo exportar. Si no lo compro localmente, lo puedo importar. Lo mismo sucede con los derivados. El negocio de oportunidad queda reflejado en las respectivas paridades de importación y exportación. En materia de crudo hemos tomado la cotización de un crudo promedio en la Argentina. La referencia internacional está dada por la cotización del WTI (West Texas Intermediate). Para la nafta súper, tomamos como referencia del negocio de oportunidad la cotización de la gasolina *premium unleaded 92* US Gulf o equivalente. Para la nafta normal, la regular *unleaded 87* US Gulf o equivalente. Para el *gasoil*, el *gasoil* destilado nº 2 US Gulf con 0,3% de azufre o equivalente. Para el *fueloil*, el *fueloil* US Gulf con 1% de azufre o equivalente. Para el gas licuado a granel (glp), el glp de Arabia Saudita y de Mont Belvieu, Texas.

Crudo

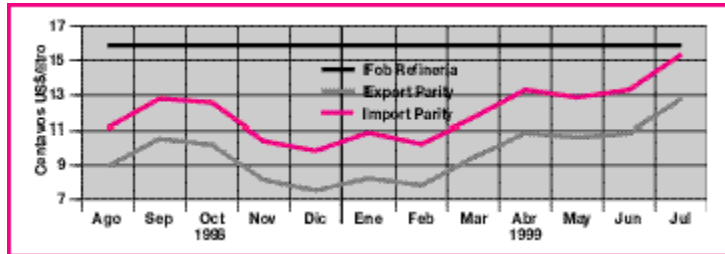


Margen de oportunidad de la competencia

Este es un concepto que hemos desarrollado para ir siguiendo con la serie estadística la oportunidad de entrada a nuevos actores que ofrece el desborde de precios ex-refinería de los productos por encima de la paridad de importación, teniendo en cuenta el precio en el surtidor final antes de impuestos. Va de suyo que quien quiere competir con producto importado, si no es un estacionero instalado que pueda mudar de bandera, además de comprar en tanque de puerto, debe afrontar la inversión de instalación o compra de una estación de servicio. El margen de oportunidad de la competencia será en el mediano plazo un indicador del grado de competencia e internacionalización del mercado petrolero local.

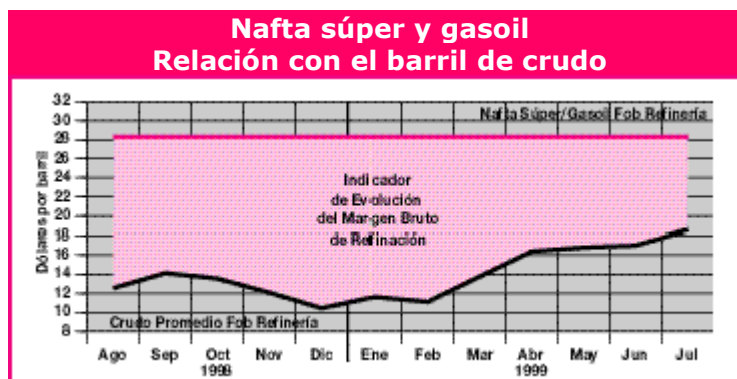


Gasoil



Margen bruto de refinación

Establece una referencia entre el precio del crudo que entra a refinería y la valorización de los principales productos refinados. Es un indicador susceptible a la comparación internacional y también será una referencia del grado de competencia e internacionalización del mercado petrolero local.



Gas natural vs. fueloil

La evolución de estos precios debe ser seguida atentamente por los empresarios industriales. La comparación, por un lado interrelaciona al mercado gasífero con el petrolero y permite decidir la opción de sustitución. Por otro lado, es un indicador del grado de competencia inter-gas en el mercado de compraventa del gas natural.

Mercado internacional respecto del mercado local

Incluye la comparación de precios internacionales de la nafta súper y del *gasoil* a consumidores finales en Europa, América y la Argentina. Permite discriminar el componente impositivo del precio final de los productos, y comparar los precios antes de impuestos en los distintos mercados.

**Comparación precios internacionales a
consumidores de Europa y América - Junio 1999
Nafta Súper**

