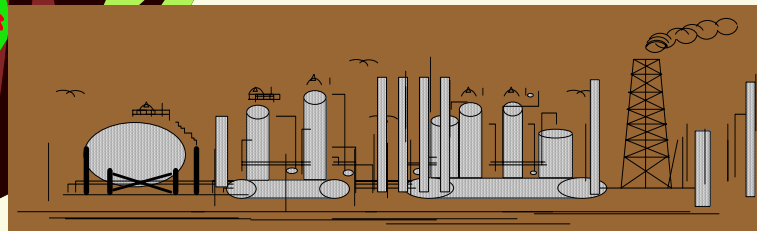




Combustibles y ambiente

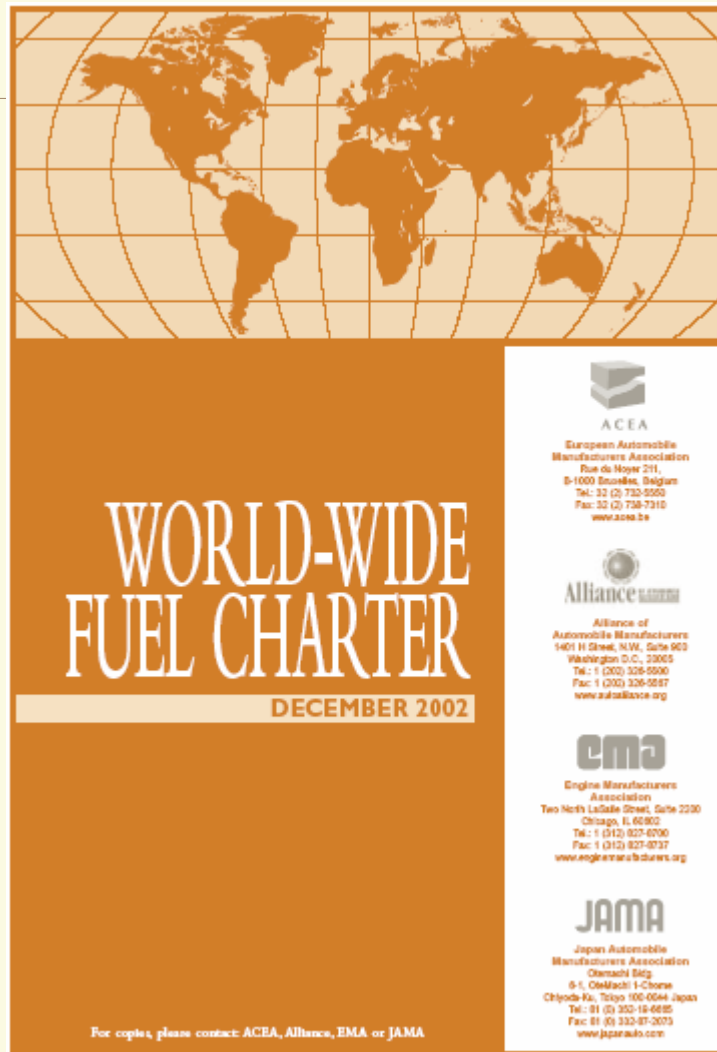


CONCEPTOS BASICOS



Tipos de combustibles: gasolina (corriente y extra), diesel (corriente y bajo azufre), gas natural , gasolinas oxigenadas, etanol, biodiesel

Gasolina



Calidades de gasolinas

Categoría 1 : Mercados sin o con requerimientos mínimos para control de emisiones; basados fundamentalmente en niveles de desempeño de los vehículos.

Categoría 2: mercados con rigurosos requerimientos para control de emisiones u otras demandas del mercado. Por ejemplo, mercados con grado TIER0, TIER1, EURO1, EURO2, o estándares de emisión equivalentes.

Categoría 3: Mercados con requerimientos avanzados de control de emisiones u otras demandas del mercado. Por ejemplo, mercados que requieren LEV, ULEV, EURO3, EURO4, o equivalente.

Categoría 4: Mercados con requerimientos de control de emisiones mas avanzados, para permitir tecnologías sofisticadas de tratamiento de gases de escape de NOx y particulado. Por ejemplo LEV-II, TIER2, EURO4, EURO5, o equivalente.

Calidad de los combustibles

- *Gasolinas*
- Mezcla de hidrocarburos en el rango C5 a C12, proveniente de los procesos de refinación del petróleo.
 - *Octanaje*: número que determina la capacidad antidetonante (evitar pistoneo en los cilindros del motor) de un combustible.
 - RON: (research octane number) número de octano de investigación: la maquina es corrida a 600 r.p.m. para simular la conducción a baja velocidad (dentro de ciudades).
 - MON: (motor octane number). la maquina es corrida a 900 r.p.m. para simular conducción a alta velocidad (autopista) o con alta carga.
 - INDICE ANTIDETONANTE: promedio aritmético entre RON y MON - $(RON + MON / 2)$.

Calidad de los combustibles

Gasolinas:

- ***Presión de vapor Reid (RVP):*** presión ejercida por un vapor con su liquido en equilibrio a 25 °C. Es una medida de la facilidad de evaporación de las fracciones livianas de una gasolina.
- ***Aromáticos (benceno):*** hidrocarburos que tienen en su estructura al menos un anillo bencénico (benceno, tolueno, xilenos); aumentan octanaje.
- ***Contenido de azufre:*** contaminante de la gasolina que genera óxidos de azufre al quemarse.
- ***Aditivos:*** sustancias que mejoran algunas propiedades, tales como detergencia, estabilidad a la oxidación, etc.
- ***Plomo (manganeso):*** sustancias que mejoran el octanaje de la gasolina
- ***Oxigenados:*** compuestos que tienen moléculas de oxígeno y mejoran el proceso de combustión (etanol, MTBE, TAME, etc.). Mejoran octanaje

Calidades de gasolinas

	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4	Colombia
<i>Aromáticos, % vol, max</i>	50	40	35	35	28/35
<i>Benceno, % vol, Máx</i>	5.0	2.5	1.0	1.0	1.0 /2.0
<i>Azufre, ppm, max</i>	1000	200	30	<10	1000
<i>Metales, g/l, max</i>	0	0	0	0	0
<i>Octanaje , IAD, (RON 91)</i>	86.5	86.7	86.7	86.7	81/87
<i>(RON 95)</i>	90	90	90	90	--
<i>Presión de Vapor, RVP, kPa</i>	45-60	45-60	45-60	45-60	58
<i>Oxigenados, % masa</i>	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7-3.5 *

Especificaciones futuras de gasolinas

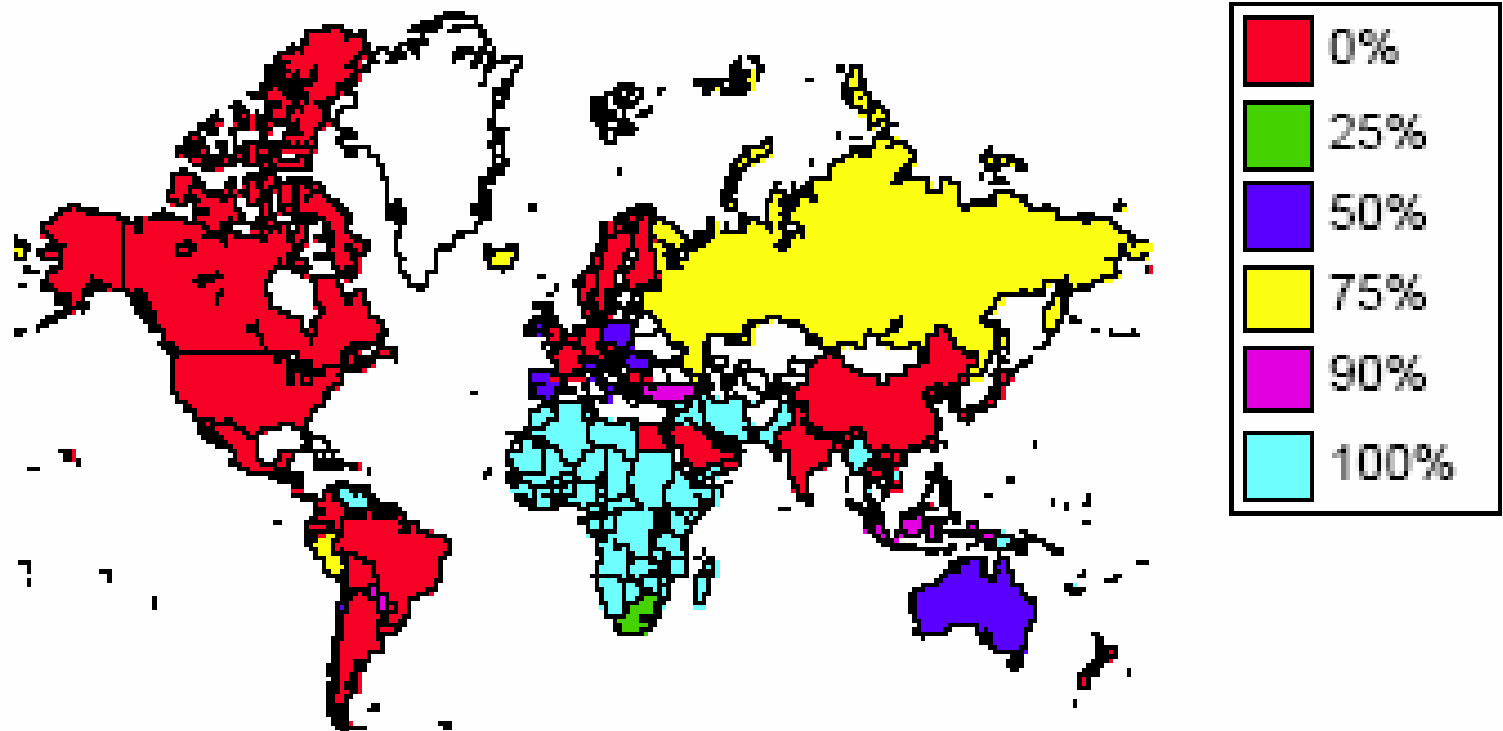
	<i>Azufre max ppm</i>	<i>RVP psi/kPa</i>	<i>Benceno % vol</i>	<i>Aromáticos % vol</i>
<i>U.S</i>	<i>30 (2006)</i>	<i>7/48 (2005)</i>	<i>1.0 (2005)</i>	<i>30 (2005)</i>
<i>California</i>	<i>15 (2002)</i>	<i>7/48 (2005)</i>	<i>0.7 (2005)</i>	<i>35 (2003)</i>
<i>Canadá</i>	<i>80 (2005)</i>	<i>10.5/72 (2001)</i>	<i>1.0 (1999)</i>	<i>15 (2007)</i>
<i>Unión Europea</i>	<i>50 (2005)</i>	<i>8.7-10.2 (2005)</i>	<i>1.0 (2005)</i>	<i>35 (2005)</i>
<i>Japón</i>	<i>30-50 (2005)</i>	<i>10.5/72 (2001)</i>	<i>1.0 (2005)</i>	<i>25-47 (2002)</i>
<i>Australia</i>	<i>150 (2005)</i>	<i>9.7-10.1 (2003)</i>	<i>1.0 (2006)</i>	<i>42 (2005)</i>
<i>Colombia</i>	<i>300 (2005)</i>	<i>8.0/55 (2005)</i>	<i>1.0 (2006)</i>	<i>25 (2005)</i>

Especificaciones Gasolinas ENAP

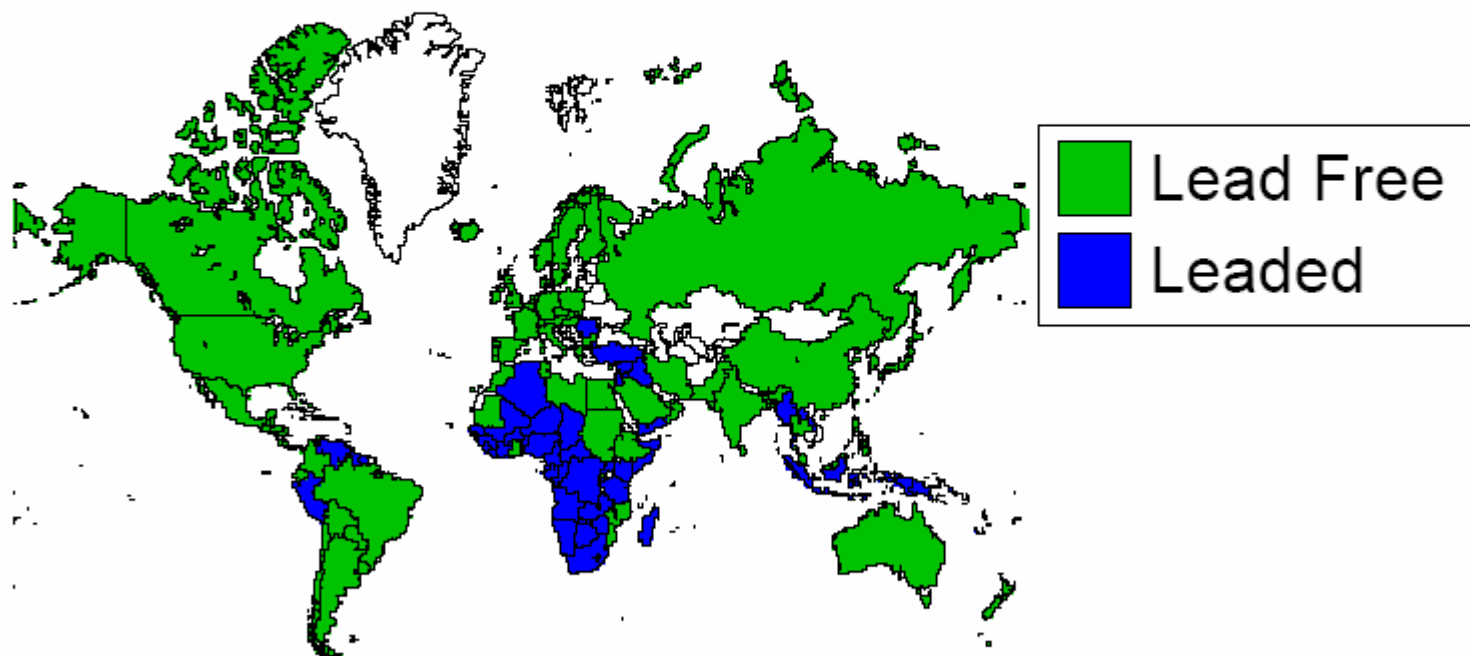
Especificación		1998	Sept 2000	Marzo 2003	Julio 2004
			93/97		
Aromáticos	% vol, max	Informar	35/55	40	38
Benceno	% vol, max	4	2	1	1
Oxígeno	% wt, max	Informar	2	2	2
RVP (*)	psi, max	9 (11,5)	8 (10)	8 (10)	8 (10)
Olefinas	% vol, max	Informar	35/20	20	12
Azufre	ppm, max	1000	400	150	30
T 50%	°F, máx	250	250	250	250
T 90%	°F, máx	374	374	350	350

(*) Valores entre paréntesis para período entre 01 abril y 30 de agosto

Sales of Leaded Gasoline End of 2001

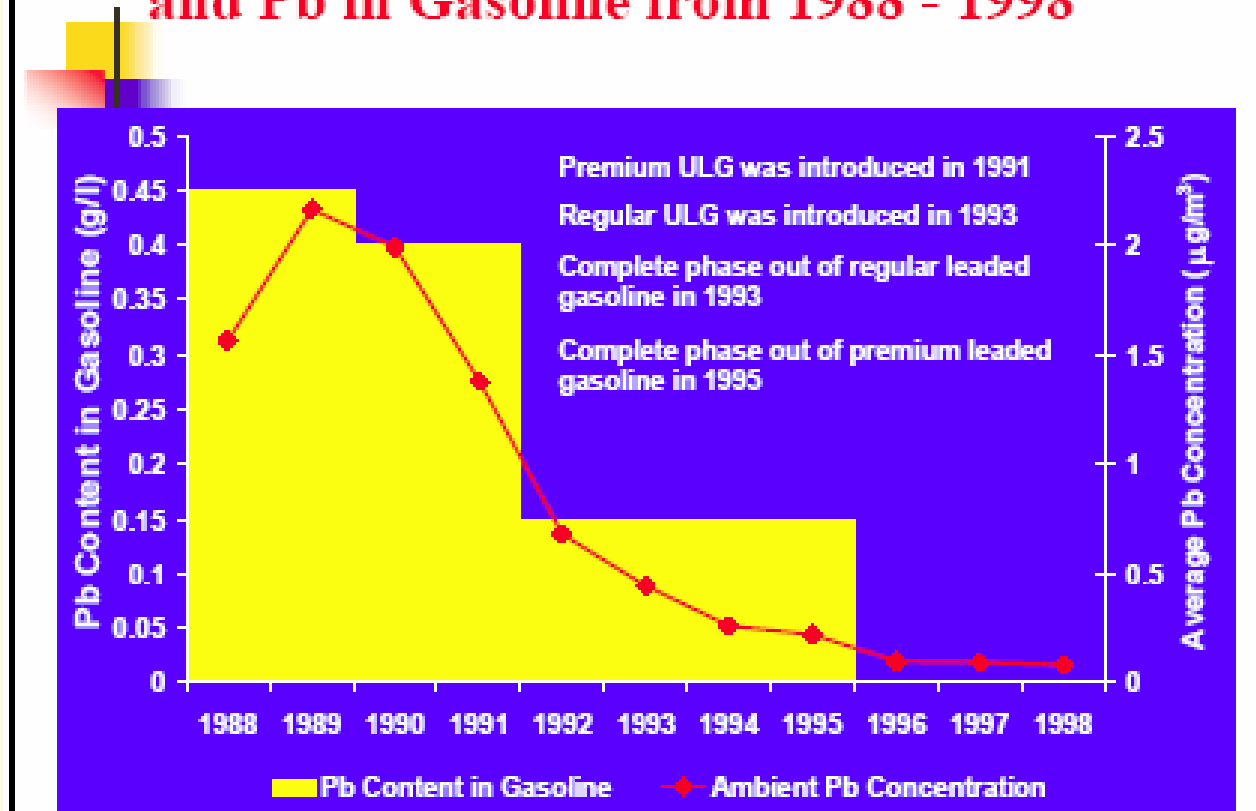


Lead Free Gasoline Worldwide 2004

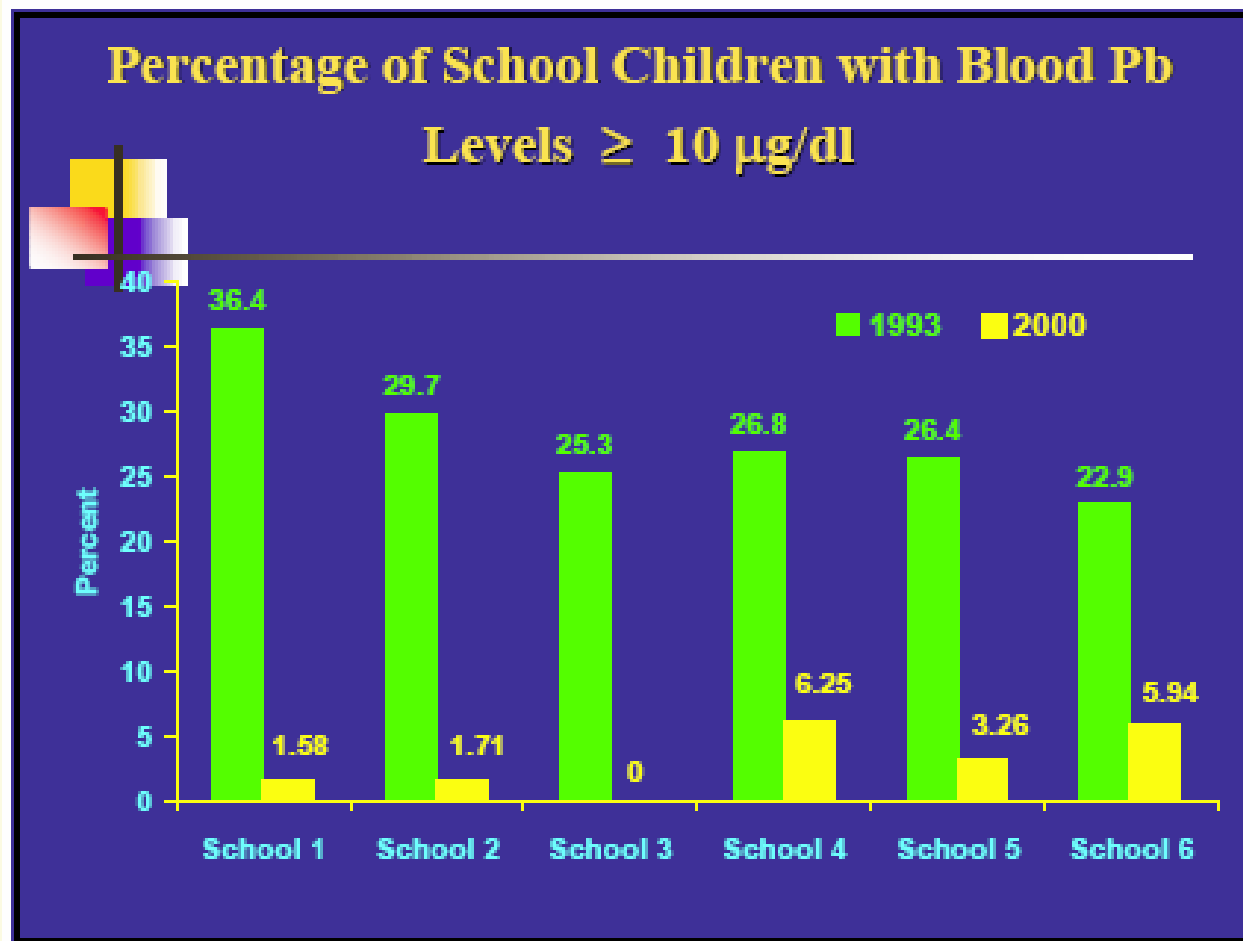


Plomo en gasolina

Ambient Pb Concentrations in Bangkok and Pb in Gasoline from 1988 - 1998



Plomo en la sangre



Diesel



**WORLD-WIDE
FUEL CHARTER**

DECEMBER 2002

For copies, please contact: ACEA, Alliance, EMA or JAMA

ACEA
European Automobile
Manufacturers Association
Rue du Hayer 21,
B-1000 Brussels, Belgium
Tel: 32 (0) 732-0550
Fax: 32 (0) 732-7310
www.acea.be

Alliance
Alliance of
Automobile Manufacturers
1401 H Street, N.W., Suite 903
Washington D.C., 20005
Tel: 1 (202) 326-5000
Fax: 1 (202) 326-5557
www.autalliance.org

ema
Engine Manufacturers
Association
Two North LaSalle Street, Suite 2030
Chicago, IL 60602
Tel: 1 (312) 827-0700
Fax: 1 (312) 827-0737
www.engineautomakers.org

JAMA
Japan Automobile
Manufacturers Association
Oemachi Bldg.
6-1, Oemachi 1-Chome
Chiyoda-Ku, Tokyo 100-0064 Japan
Tel: 81 (0) 332-18-6635
Fax: 81 (0) 332-87-3073
www.japauto.com

Control pre-combustión: DIESEL

Entre los parámetros que caracterizan al combustible diesel, los más influyentes en las emisiones gaseosas y de material particulado son:

- Aromáticos
- Índice de cetano
- Contenido de azufre
- Destilación 90%
- Densidad

[1] T. Ryan et al, "Relationships between fuel properties and composition and diesel engine combustion performance and emissions", SAE 941018, 1994.

[2] S. Hori and K. Narusawa, "Fuel composition effects on SOF and PAH exhaust emissions from DI diesel engines", SAE 980507, 1998

Control pre-combustión: DIESEL

- Los principales contaminantes afectados por estas propiedades del combustible son el material particulado respirable (MP10) y los óxidos de nitrógeno (NO_x).
- El posible efecto de estas propiedades sobre otros gases, tales como monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos totales (HC), es escasamente reportado en la literatura internacional. No obstante, se estima que el parámetro de mayor incidencia sobre los niveles de CO y HC (además del efecto sobre NO_x, MP10 y SOF) es el contenido de aromáticos en el combustible.
- Ryan et al resume los trabajos de varios autores que estudian el efecto de las propiedades del combustible diesel sobre las emisiones de MP10 y NO_x, lo cual se transcribe en las siguientes tablas:

- [1] F. Schäfer and R. van Basshuysen, "Reduced emissions and fuel consumption in automobile engines", Springer-Verlag Wien New York, 1995
- [2] M. Nikanjam, "Development of the first CARB certified California alternative diesel fuel", SAE 930728
- [3] T.L. Ullman, "Investigation of the effects of fuel composition and injection and combustion system type on heavy-duty diesel exhaust emissions", Southwest Research Institute Report prepared for the Coordinating Research Council, Inc., March 1989
- [4] SOF: fracción orgánica soluble del material particulado (Solvent Organic Fraction)

Tabla 2. Efecto de la composición diesel sobre el material particulado

<i>Autor</i>	<i>Aromáticos</i>	<i>Cetano</i>	<i>Azufre</i>	<i>Destilación</i>	<i>Densidad</i>
Burley, SAE 790923	↑			↑	
Toaska, SAE 890421	↑				
Ullman, SAE 892072	↑	↑↓	↑	↑	
McCarthy, SAE 922267	↑				↑
Asumi, SAE 922214	↑		↑		
Betts, SAE 922190	No	↓	↑	↑	↑
Nikanjam, SAE 930728		↓			
Miyamoto, SAE 922221	↑	↓			
Cowley, SAE 932732	No	↓	↑		↑
Bertoli, SAE 932733	↑		↑	No	↑
Ryan, SAE 932735	↑			↑	

Tabla 3. Efecto de la composición diesel sobre los óxidos de nitrógeno

<i>Autor</i>	<i>Aromáticos</i>	<i>Cetano</i>	<i>Azufre</i>	<i>Destilación</i>	<i>Densidad</i>
Burley, SAE 790923					
Toaska, SAE 890421					
Ullman, SAE 892072	↑	↓	↓	↓	
McCarthy, SAE 922267	↑	↓			↓
Asumi, SAE 922214	↑				
Betts, SAE 922190					
Nikanjam, SAE 930728	↑	↓			
Miyamoto, SAE 922221	↑	↓			
Cowley, SAE 932732					
Bertoli, SAE 932733		↓			
Ryan, SAE 932735	↑				

En resumen, se puede construir una tabla como la siguiente, que indica si existe o no un efecto significativo de las propiedades del diesel sobre las emisiones:

<i>Tipo de emisión</i>	<i>Cetano[†]</i>	<i>Aromáticos[†]</i>	<i>Azufre</i>	<i>Destilación</i>	<i>Densidad</i>
NOx	SI	SI	NO	NO	NO
Particulado	NO	SI	SI	SI	SI
SOF [‡]	NO	NO	NO		

[†] La estimación indicada en las columnas correspondientes a índice de cetano y contenido de aromáticos se obtuvieron de un análisis estadístico⁶, y en cada caso existe un 95% de nivel de confianza en la asignación de “significancia”

[‡] El efecto del contenido de azufre sobre los hidrocarburos aromáticos polinucleares (PAH) no es significativo, a menos que se utilicen extremadamente altos niveles de aromáticos y azufre en el combustible; lo mismo es aplicable, pero en menor medida, para la volatilidad.

Tabla 8. Características diesel región Metropolitana

<i>Parámetro</i>	<i>Actual</i>	<i>Futura</i>
Densidad RG/L	0.84±0.01	0.84±0.01
N° Cetano	48	50
Azufre %P	0.12	0.05
Aromáticos Totales %V	32	20
Temp 90% (°C)	338	338

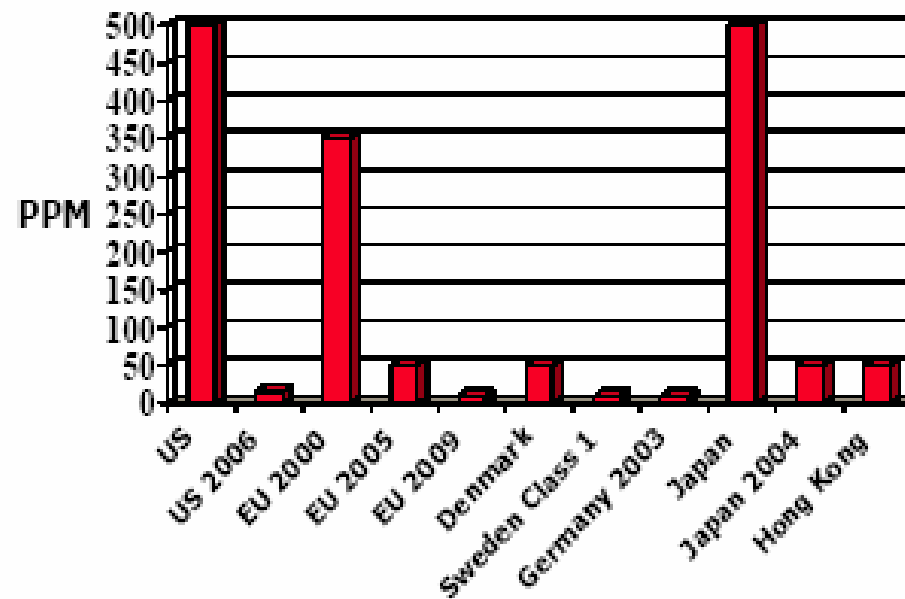
Calidades de diesel

	<i>Cat. 1</i>	<i>Cat. 2</i>	<i>Cat. 3</i>	<i>Cat. 4</i>	<i>Colombia</i>
<i>Aromáticos, % masa, max</i>	--	25	15	15	35
<i>Indice de cetano , min.</i>	45	50	52	52	45
<i>Viscosidad, mm2/s</i>	2 - 4.5	2 - 4	2 - 4	2 - 4	1.9 - 4.1 1.9 - 5.0
<i>Azufre, mg/kg., max</i>	3000	300	30	<10	1200/4500
<i>Carbón resid. % masa, max</i>	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
<i>Punto final eb. °C, max</i>	--	365	350	350	360 / 390

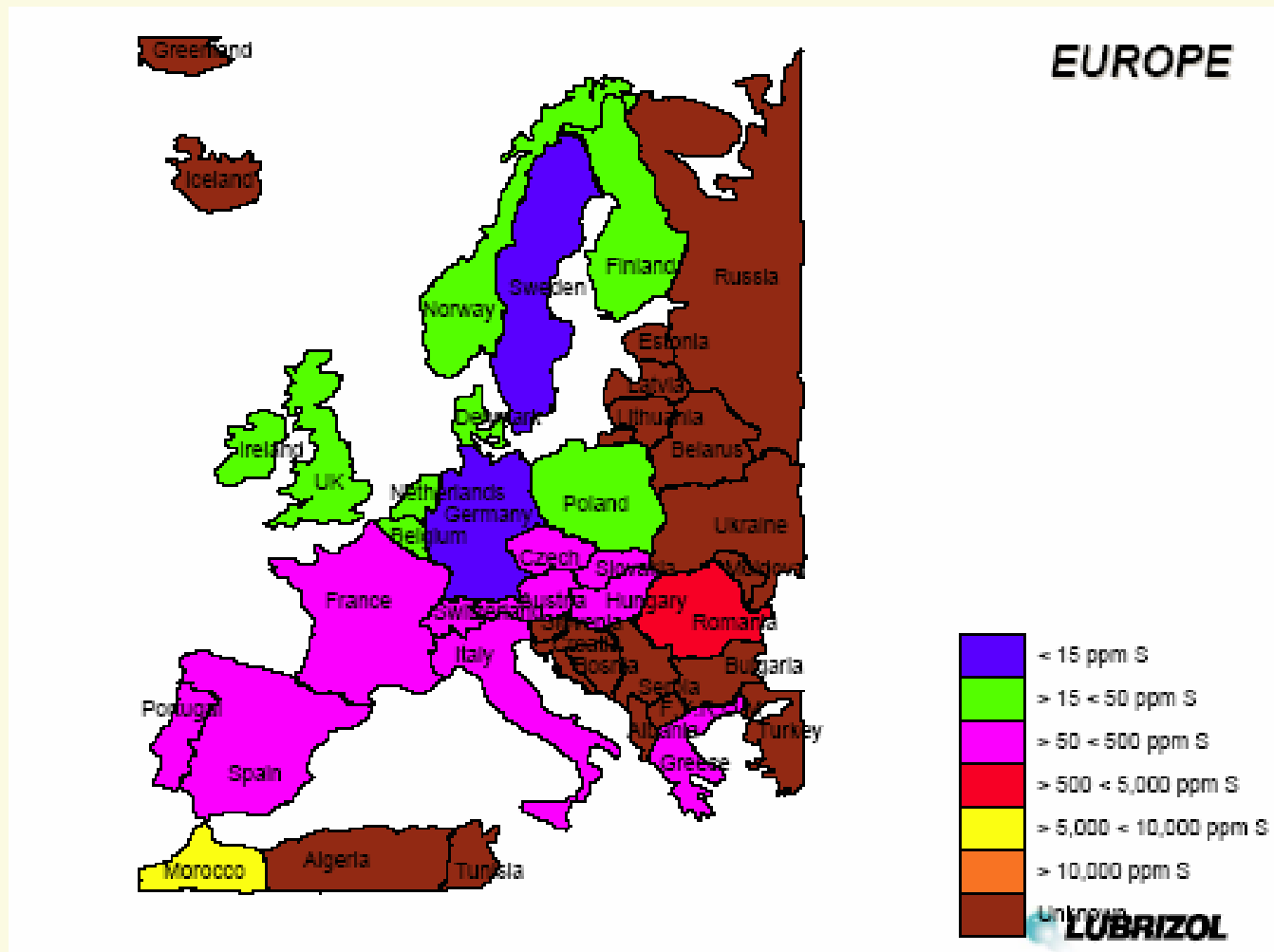
xx Corriente / xx ACEM

Azufre en diesel

Diesel Fuel Specifications Around The World

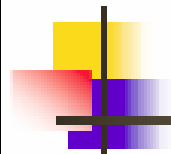


Azufre en diesel, Europa



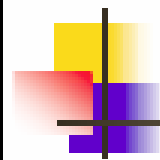
Azufre en diesel, Asia

Diesel Fuel Sulfur Levels In Asia



	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Brunei Darussalam							3000									
Cambodia					3000											
PR China	5000		2000													
Hong Kong		500					50									
India	5000				2500	400				500					500	
Indonesia	5000															
Japan	500									50		50				
Korea	500															
Malaysia	5000		2000				2000/3000									
Myanmar																
Philippines							4000		2500 under consideration							
Saudi Arabia	5000					2000										500
Singapore	5000		500													
Sri Lanka							1000									
Taiwan, China	500															
Thailand	2500			500												
Vietnam	10000						1000			500						
United Arab Emirates	500										15				15	
U.S.					100					50				10		

Calidad de combustibles



Why Are Fuels Important?

- Fuel Constituents **Directly Affect** Emissions
- Fuel Changes Can **Immediately Impact** on Emissions/Air Quality
- Fuel Composition Can **Enable/Disable** Pollution Control Technology

Emisiones diesel



Fórmulas Auto/Oil I



Auto/Oil I equations for predicting emissions from gasoline passenger cars

$$\begin{aligned} \text{HC (g/km)} &= \\ &= [0.3147 + 0.0005489 * \text{ARO} + 25.7 * \text{ARO} * e^{-0.2648 * E100} - 0.0000406 * (97 - \\ &\text{SULPHUR})] * [1 - 0.004 * (\text{OLEF} - 4.970)] * [1 - 0.022 * (\text{OXYG} - 1.75)] * [1 - 0.01 * \\ &(\text{E150} - 90.2)] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CO (g/km)} &= \\ &= [2.459 - 0.05513 * E100 + 0.0005343 * E100^2 + 0.009226 * \text{ARO} - 0.0003101 * (97 - \\ &\text{SULPHUR})] * [1 - 0.037 * (\text{OXYG} - 1.75)] * (1 - 0.008 * (\text{E150} - 90.2)) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NOx (g/km)} &= \\ &= [0.1884 - 0.001438 * \text{ARO} + 0.00001959 * E100 * \text{ARO} - 0.00005302 * (97 - \\ &\text{SULPHUR})] * [1 + 0.004 * (\text{OLEF} - 4.97)] * [1 + 0.001 * (\text{OXYG} - 1.75)] * [1 + 0.008 * \\ &(\text{E150} - 90.2)] \end{aligned}$$

Fórmulas Auto/Oil I



Auto/Oil I equations for
predicting emissions from
light diesel vehicles

$$\begin{aligned} \text{HC (g/km)} &= \\ &= - 0.293192 + \text{DENSITY} * 0.0006759 - 0.0007306 * \text{POLYARO} - 0.0032733 * \text{CN} \\ &\quad - 0.0000380893 * \text{T95} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CO (g/km)} &= \\ &= - 1.3250726 + \text{DENSITY} * 0.003037 - 0.0025643 * \text{POLYARO} - 0.015856 * \text{CN} + \\ &\quad 0.000170647 * \text{T95} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NOx (g/km)} &= \\ &= 1.0039726 - 0.0003113 * \text{DENSITY} + 0.0027263 * \text{POLYARO} - 0.0005805 * \text{T95} \\ &\quad - 0.0000883933 * \text{CN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PM (g/km)} &= \\ &= (- 0.38797873 + 0.0004677 * \text{DENSITY} + 0.0004488 * \text{POLYARO} + 0.0004098 * \\ &\quad \text{CN} + 0.0000788 * \text{T95}) * [1 - 0.015 * (450 - \text{SULPHUR}) / 100] \end{aligned}$$

Fórmulas Auto/Oil I



Auto/Oil I equations for
predicting emissions from
heavy-duty engines

$$\begin{aligned} \text{HC (g/kW.h)} &= \\ &= 1.61466 - 0.00123 * \text{DENSITY} + 0.00133 * \text{POLYARO} - 0.00181 * \text{CN} - 0.00068 * \\ &\text{T95} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CO (g/kW.h)} &= \\ &= 2.24407 - 0.0011 * \text{DENSITY} + 0.00007 * \text{POLYARO} - 0.00768 * \text{CN} - 0.00087 * \\ &\text{T95} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NOx (g/kW.h)} &= \\ &= - 1.75444 + 0.00906 * \text{DENSITY} + 0.0163 * \text{POLYARO} - 0.00493 * \text{CN} + 0.00266 * \\ &\text{T95} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PM (g/kW.h)} &= \\ &= (0.06959 + 0.00006 * \text{DENSITY} + 0.00065 * \text{POLYARO} - 0.00001 * \text{CN}) * \\ &[1 - 0.0086 * (450 - \text{SULPHUR}) / 100] \end{aligned}$$



NOTICIAS

7/1/2004

Todo sea por Descontaminar

La Empresa Nacional de Petróleo (ENAP) lanzará, este viernes al mercado un nuevo combustible, denominado Diesel Plus.

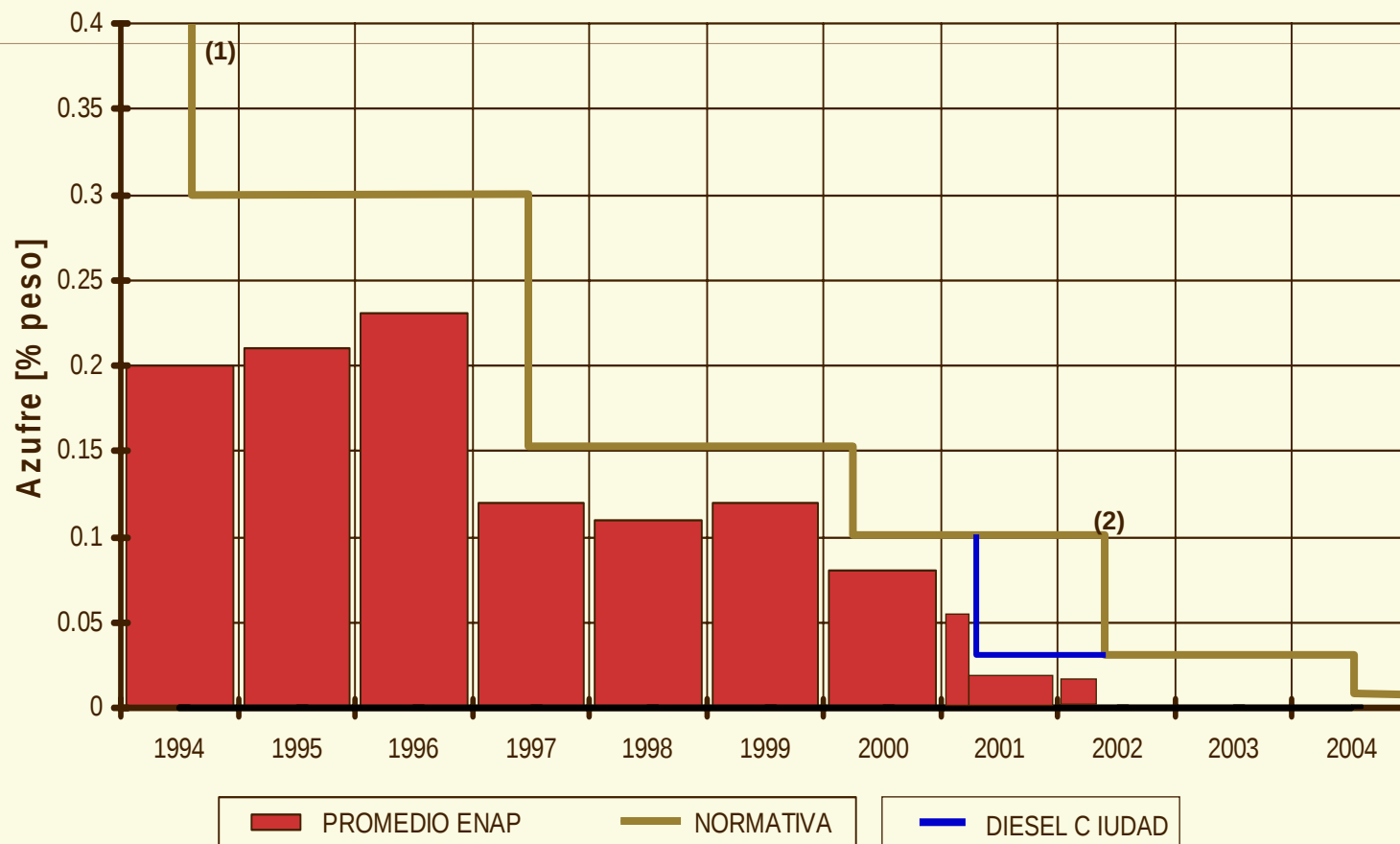
Esta fórmula permitirá al país y a la petrolera, cumplir con las normas de calidad más exigentes a nivel mundial debido al bajo nivel de azufre que contiene este producto.

El nuevo Diesel cumple además con las nuevas especificaciones del Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana, debido a que su contenido de azufre disminuye a 50 partes por millón, avance importante, si se considera que el diesel ciudad contiene 300 partículas de azufre por millón. Va a ser uno de los combustibles que se ubican entre los de más bajo contenido de azufre en el mundo, con sólo un 0,03%. Este nivel de azufre es similar al que se exige en la norma europea y menor que el vigente existente en California, Estados Unidos.

Especificaciones Diesel ENAP

Especificación		Junio 1998	Abril 2000	Abril 2001	Julio 2004
Azufre	ppm, max	1500	1000	1000/300	50
Cetano	N°, min	48	48	48	50
T 90% rec.	°F, máx	338	338	338	338
Densidad	Kg/l	0.84±0.01	0.84±0.01	0.84± 0.01	0.84±0.01
Aromáticos	% vol, max	informar	informar	35	35
Aromát. Policic.	% vol, max	informar	informar	10	5
Nitrógeno	ppm, máx	informar	informar	170	170

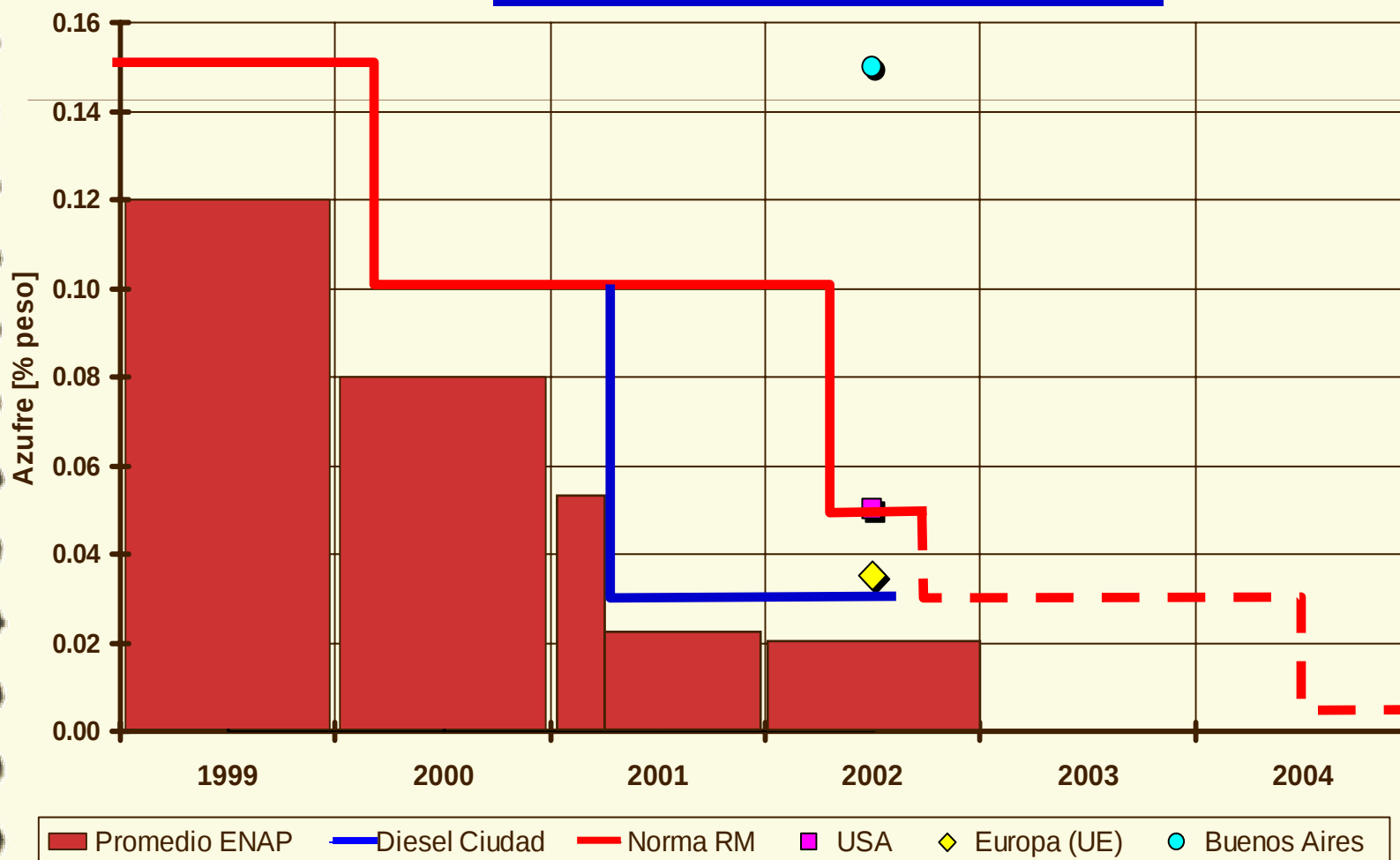
Comparación entre Calidad y Norma del Diesel



(1) Valor vigente hasta Julio de 1994 fue 0,5%, disminuyendo a 0,3% en Agosto de 1994.

(2) El valor máximo de la norma se reducirá a 0,03% con la publicación de futuros decretos (PPDA u otro).

Comparación entre Calidad y Norma del Diesel para la REGION METROPOLITANA



(1) El valor máximo de la norma se reducirá a 0,03% con la publicación de futuros decretos (PPDA u otro).