

# Programa de Fortalecimiento de Escuelas Técnicas

*Una escuela hacia el futuro*

Área I Actualización tecnológica aplicada a la industria

# 7

## CALIDAD DE NAFTAS: MEDIO AMBIENTE

# Programa de Fortalecimiento de Escuelas Técnicas

*Una escuela hacia el futuro*

## **CALIDAD DE NAFTAS: MEDIO AMBIENTE**

Lía Nadal



## FUNDACIÓN YPF

### CONSEJO DE ADMINISTRACIÓN

#### **PRESIDENTE**

Enrique Eskenazi

#### **VICEPRESIDENTE**

Ezequiel Eskenazi Storey

#### **ADSCRIPTO VICEPRESIDENCIA**

Eduardo Savastano

#### **TESORERO**

Ángel Ramos Sánchez

#### **SECRETARIO**

Mauro Dacomo

#### **VOCAL**

Carlos Alfonsi

#### **DIRECTOR EJECUTIVO**

Silvio José Schlosser

#### **GERENTE ÁREA CULTURA Y PATRIMONIO**

Carolina Llosa de Sturla

#### **GERENTE ÁREA DE EDUCACIÓN**

Silvio José Schlosser

#### **GERENTE ÁREA DESARROLLO SOCIAL**

Eduardo Savastano

#### **ÁREA DE EDUCACIÓN**

Ingrid Jeppesen

Gladys Kochen

Gonzalo Pérez Bardeci

Patricia Salti

María Soledad Veiga

#### **ÁREA DE CULTURA Y PATRIMONIO**

Paula María Ramos

María Eugenia Frías

Florencia Wasser

#### **ÁREA DE DESARROLLO SOCIAL**

María Alejandra Gientikis

Víctor Roldán

#### **COMUNICACIÓN**

Leonora Kievsky

Eduardo Monti

#### **ADMINISTRACIÓN**

Romina Medina

#### **ASISTENCIA GENERAL**

Adriana Seráfica

#### **COORDINADORA DEL ÁREA DE ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA APLICADA A LA INDUSTRIA**

Lía Nadal

*Para uso en el nivel medio / polimodal  
de Educación Técnica Profesional*

# ÍNDICE

<b>Prólogo</b> .....	5
Presentación del material .....	7
Sugerencias para el trabajo en el aula-taller .....	7
<b>Marco conceptual</b> .....	8
Emisiones Motor Ciclo Otto .....	11
Caracterización de la Calidad de Naftas: Impacto en emisiones .....	14
Volatilidad: TVR-Destilación	
Contenido de Hidrocarburos Aromáticos - Benceno	
Agregado de Oxigenados	
Contenido de Hidrocarburos Olefínicos	
Sistemas de post tratamiento de gases de emisión .....	17
Primera Etapa	
Segunda Etapa	
Definición de contenidos y actividades .....	26
<b>Bibliografía</b> .....	27
<b>Guías prácticas</b>	
<b>Guía N° 1/</b> Cálculo de emisiones de Dióxido de carbono-Efecto Invernadero .....	28
<b>Guía N° 2/</b> Cálculo de emisiones de Oxidos de Nitrógeno .....	29
<b>Guía N° 3/</b> Cálculo de emisiones de Benceno .....	30
<b>Guía N° 4/</b> Definición de esquemas óptimos para reducción de emisiones en Ciclo Otto .....	31
<b>Material de referencia</b>	
Fichas de datos de seguridad .....	32



# PRÓLOGO

**E**l Programa de Fortalecimiento de Escuelas Técnicas “Una escuela hacia el futuro” tiene como objetivo principal fortalecer con un alto nivel académico a un grupo de escuelas técnicas que se encuentran localizadas en las zonas de influencia de YPF.

Una de las líneas de acción planteadas es la elaboración de materiales didácticos y bibliográficos destinados a mejorar las condiciones educativas de las escuelas y respaldar el esfuerzo de los docentes, tanto en su formación continua como en sus condiciones de enseñanza.

Este fascículo, que forma parte de una colección, se encuadra en los lineamientos generales planteados en el programa, en particular, al área de Actualización Tecnológica Aplicada a la Industria

A lo largo de estos años, se han realizado diversas propuestas que enfatizan la necesidad de generar para los jóvenes un vínculo más cercano entre la educación y el mundo del trabajo, debido a que parte de la crisis de la escuela secundaria, ya sea en nuestro país como en el mundo, se debe al desajuste existente entre los saberes y las competencias aprendidos en la escuela y las demandas del ámbito laboral.

Hoy, para la inserción social, cultural y laboral de los jóvenes no alcanza sólo con la destreza y la habilidad manual y operatoria requerida muchas veces en los diversos empleos. Además, es imprescindible contar con una completa formación integral que sólo la escuela es capaz de brindar.

Sin lugar a dudas, nos encontramos ante un real desafío que implica reforzar los vínculos entre la escuela y la industria a partir de la creación de espacios de intercambio de las culturas específicas de cada ámbito.

Con esta colección, entonces, esperamos generar un aporte integrando saberes teóricos, tecnológicos y destrezas técnicas como parte de una formación integral que facilite la articulación entre lo educativo y lo laboral.



## Presentación del material

Este material tiene como objetivo contribuir al desarrollo del aprendizaje en la escuela de algunos conocimientos de la tecnología aplicada en los procesos de la industria.

Se trata de brindar a los docentes una herramienta que contribuya en la práctica del aula-taller a establecer, a partir de un saber específico, la articulación entre lo que se puede aprender en la escuela y lo que se utiliza actualmente en la tecnología del mundo productivo.

De este modo, se ofrecerá un marco conceptual sobre cada uno de los temas que se irán desarrollando en los diferentes fascículos, acompañados de diversas guías de trabajos prácticos para aplicar en el aula-taller con los alumnos. En este fascículo se desarrollará el tema "Calidad de naftas: medio ambiente".

- **Fascículo de "Calidad de naftas: Medio Ambiente"**
- **Guías de trabajos prácticos.**
- **Cartilla de Seguridad del combustible**

## Sugerencias para el trabajo en el aula-taller con los alumnos

Proponemos crear un espacio para el desarrollo de una experiencia práctica y de resolución de problemas que permita una focalización de los principales conceptos que se podrían desplegar en ella.

Para el desarrollo de la actividad, se recomienda tener en cuenta:

- Lectura por parte del docente de este fascículo.
- Introducción, por parte del docente, de los principales conceptos que figuran en el fascículo, así como también los que se sugieren tener en cuenta antes de abordar la temática.
- Presentación del tema con preguntas a los alumnos y analizando las diferentes hipótesis que al respecto tengan.
- Análisis con los alumnos de cuáles son las disciplinas que en la escuela ofrecen conocimientos útiles para aportar en la comprensión de la temática.
- Preparación de la clase a partir de las guías de trabajo práctico.
- Desarrollo de la experiencia con los alumnos, repitiendo la prueba más de una vez, de manera tal de poder contrastar los resultados con las hipótesis previas.
- Cierre conceptual retomando las hipótesis de trabajo planteadas por los alumnos.





## MARCO CONCEPTUAL

**Conceptos a trabajar previamente:**

**(1)** *Atmósfera-Composición.*

**(2)** *Química: Gases-Tabla periódica de elementos.*

### ¿Cómo definirías la atmósfera terrestre? (1)

*La atmósfera es la capa gaseosa que cubre la Tierra y que se mantiene atrapada a ella por la fuerza de atracción gravitacional.*

En términos relativos al tamaño de la Tierra, cuyo radio es de alrededor de 6400 km, el espesor de la atmósfera es muy pequeño considerando que el 99% de su masa se concentra en los primeros 30 km sobre su superficie.

La envoltura gaseosa de la Tierra no sirve solamente como un techo protector contra las radiaciones procedentes del Sol y de otros cuerpos celestes, sino que es la base de la vida terrestre. Ya sea como fuente de oxígeno para el reino animal y de anhídrido carbónico para el vegetal, como fuente de agua potable o como fuerza de presión vital sobre el organismo animal.

También es la atmósfera la que regula la temperatura terrestre, igualando, aproximadamente, la del día con la de la noche. Ella es la que evita que existan grandes contrastes entre los dos períodos.

#### Composición química:

### ¿Cuáles crees que son los gases que componen la atmósfera? (2)

*Principalmente la atmósfera está conformada por Oxígeno y Nitrógeno.*

Además de éstos hay otros gases, los cuales se encuentran en trazas, la composición típica es:

Nitrógeno	78,08%
Oxígeno	20,95%
Argón	0,93%
Anhídrido Carbónico	0,03%
Neón	0,018%
Helio	0,005%
Criptón	0,001%
Hidrógeno	0,00006%
Ozono	0,00004%
Xenón	0,000008%

En esta relación no está incluido el vapor de agua, ya que se halla en la atmósfera en cantidad muy variable, no llegando casi nunca al 0,0001%. También existen vestigios de radón, óxido nitroso y metano, aunque son considerados más como residuos contaminantes que como elementos integrantes de la atmósfera tipo.

Esta composición es el resultado de efectos interactivos de autoequilibrio. Dentro de este contexto, catástrofes naturales como erupciones de volcanes pueden ser compensadas sin causar un colapso al ecosistema.

No obstante y durante los últimos cien años se han efectuado monitoreos de las trazas, observando que las mismas han comenzado a variar en forma considerable, siendo las generadas por el hombre una de las mayores responsables de este cambio.

### ¿Cuáles consideras que pueden ser las razones de esta variación?

---

*El fenómeno se explica por el aumento de la población terrestre y por ende del consumo de energía, así como el crecimiento de la actividad industrial y la agricultura, las cuales generan considerables emisiones.*

---

### ¿Puedes clasificar las emisiones por su origen?

---

*Las emisiones pueden ser agrupadas en dos diferentes categorías: Naturales y las generadas por el hombre denominadas Antropogénicas.*

---

Origen natural de las trazas atmosféricas son la fauna, flora, volcanes, superficie de los océanos, etc., mientras que las principales generadas por el hombre son: generación de energía, tránsito, calefacción, incineración, agricultura, etc.

De las emisiones hay, también, que diferenciar las que tienen, por su corta duración, sólo un impacto local de aquellas que su influencia es global y perdura en el tiempo.

En este último caso se engloba el “**Efecto Invernadero**”.

La atmósfera de la Tierra recibe energía por la radiación solar. Para que nuestro planeta permanezca en un equilibrio energético, esta energía debe regresar al espacio por distintos medios.

Esto ocurre cuando la radiación de ondas cortas que incide sobre la Tierra es transformada en radiación de ondas largas y luego es emitida nuevamente hacia el espacio.

Sucede que las características de absorción de ciertas sustancias de la atmósfera no son idénticas en diferentes áreas del espectro, luego la luz ingresante es parcialmente absorbida y además varía la emisión de energía saliente ya que es captada por otras trazas de gases.

(3) Ecología  
y Medio Ambiente.

### ¿Qué es entonces el Efecto Invernadero? (3)

---

*El aumento de la temperatura sobre la superficie de la Tierra se conoce como Efecto Invernadero y es requisito para la vida en nuestro planeta.*

---

Sin el efecto invernadero natural la Tierra tendría temperaturas promedio de  $-18^{\circ}\text{C}$ , en lugar de  $15^{\circ}\text{C}$  que es lo actual.

No obstante, a mediados de los años 80 se prestó atención al aumento de ciertas trazas de gases en la atmósfera, resultantes de las actividades del hombre, como: dióxido de carbono, metano, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos halogenados dado que los mismos tienen un efecto negativo sobre el efecto invernadero, desequilibrando la normal entrada y salida de energía, absorbiendo mayor cantidad de radiación y generando un calentamiento paulatino de la Tierra. Fue nombrado como: **Efecto invernadero antropogénico**.

Para limitar este efecto se decidió en diciembre de 1997, en la conferencia de Kyoto reducir las emisiones de los siguientes seis gases:

- Dióxido de carbono
- Óxidos de nitrógeno
- Metano
- Hidrocarburos
- Perfluorocarbonados
- Sulfurohexafluorados

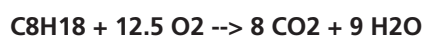
Dentro de los efectos del aumento de emisiones a la atmósfera y la influencia en el "Efecto Invernadero o calentamiento global" los originados por las fuentes móviles han sido objeto de estudio en los últimos años y se ha trabajado, no sólo desde el combustible sino desde las tecnologías vehiculares, orientados a minimizar los impactos negativos.

De estas actividades veremos, en este Fascículo, las emisiones causadas por las Fuentes Móviles, específicamente las generadas por la combustión de Naftas y las medidas que se han encarado para minimizar el impacto tanto en calidad de combustibles como en tecnologías vehiculares.

## Emisiones Motor Ciclo Otto (4) y (5)

La nafta es una mezcla de distintos hidrocarburos que al quemarse en presencia de aire, específicamente oxígeno, genera energía calórica aprovechada en forma mecánica por el vehículo, produciendo además emisión de gases de la combustión que salen por el caño de escape.

Haciendo una simplificación de esta composición, asimilando la misma a Isoctano, podemos decir que la ecuación química que identifica el proceso de combustión completa sería:



1 mol Nafta + 12.5 moles de O<sub>2</sub> = 8 moles de CO<sub>2</sub> + 9 moles de H<sub>2</sub>O

Además de los productos de reacción que hemos visto anteriormente y debido al contenido de azufre de las naftas se producen Óxidos de Azufre y por el aire: Óxidos de Nitrógeno.

Analizando lo anterior, podrías decir **¿Cuál será la composición de los gases de emisión por caño de escape?**

Combustión Completa:

- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- Vapor de agua (H<sub>2</sub>O)
- Oxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>)
- Oxidos de azufre (SO<sub>x</sub>)

Y ¿será la combustión completa? No, por lo tanto, **¿cuáles crees que serán los gases emitidos por un vehículo cuando su combustión no es completa?**

Combustión Incompleta:

- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- Monóxido de carbono (CO)
- Vapor de Agua (H<sub>2</sub>O)
- Benceno
- Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>)
- Óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>)
- Hidrocarburos sin quemar (HC)

Todos, en mayor o menor proporción, tienen influencia en el fenómeno del Efecto Invernadero: calentamiento global.

De estos contaminantes veremos los que tienen mayor efecto tanto en la vida humana como en el Efecto Invernadero:

**Dióxido de Carbono (Guía Práctica N° 1)**

**(4)** Motor de combustión interna Ciclo Otto. Fascículo 6.

**(5)** Química Orgánica: Balance de reacciones.

El Dióxido de carbono es un gas incoloro e inodoro, que permanece inerte en la atmósfera dado que su molécula no se descompone. Es uno de los mayores responsables del Efecto Invernadero.

### **¿Sabés cuál es el ciclo del dióxido de carbono?**

---

*Este dióxido es absorbido por las plantas (fotosíntesis) o almacenado en los océanos.*

---

Del total de Dióxido de Carbono emitido a la atmósfera, las fuentes móviles contribuyen solamente en el 3,5%, el resto es de origen natural.

Ahora considerando solamente las emisiones generadas por el hombre, las fuentes móviles son responsables del 13,5% de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

### **Monóxido de Carbono:**

### **¿Sabés cómo se origina el monóxido de carbono en la combustión en un motor?**

---

*El monóxido de carbono es el resultado de una combustión incompleta de un combustible fósil.*

---

El monóxido de carbono es un gas incoloro, inodoro y sin sabor, cuya vida promedio es de un mes, un tiempo muy corto para generar una concentración globalmente uniforme en la atmósfera.

El monóxido de carbono (CO) es producto de la combustión incompleta de material que contiene carbono y de algunos procesos industriales y biológicos. Un proceso de combustión que produce CO en lugar de CO<sub>2</sub> resulta cuando la cantidad de oxígeno requerida es insuficiente, y depende de la temperatura de llama, tiempo de residencia en la cámara de combustión y turbulencia en la misma.

Estos parámetros se tienen mejor controlados en fuentes estacionarias de combustión que en vehículos automotores, por esta razón hace años las emisiones originadas en fuentes móviles llegaron a alcanzar el 50%, no obstante, el uso masivo del convertidor catalítico para tratamiento de gases de emisión en automóviles ha hecho decrecer enormemente ese porcentaje.

Los rangos de concentración son del orden de las 100 a 200 ppb en el hemisferio norte y de 50 a 80 ppb en el hemisferio sur. Esta baja concentración atmosférica no implica riesgo alguno sobre la vida de los hombres o vegetales.

**Vapor de Agua:**

El vapor de agua es el "Greenhouse gas" o gas de efecto invernadero más importante.

Finamente distribuido, el vapor de agua en la atmósfera generalmente se encuentra como humedad, pero constituye un sistema dinámico complejo en el cual los diferentes estados como vapor, gotas líquidas y cristales de hielo, interactúan permanentemente.

**Benceno:**

Es el hidrocarburo aromático más simple, es un líquido incoloro con un olor característico. Es parcialmente soluble en agua.

El benceno se disipa en la atmósfera a través de un proceso de fototransformación indirecta. Durante este proceso el benceno reacciona con una amplia variedad de moléculas reactivas generadas fotoquímicamente formando parte de esas moléculas, la más importante de esas reacciones es la transformación por radicales libres OH, la cual ocurre a velocidades relativamente bajas.

Las fuentes móviles han sido las mayores responsables de la emisión de Benceno a la atmósfera en países industrializados. Casi el 50% de las emisiones corresponden a vehículos de pasajeros.

En los últimos años el empleo de convertidores catalíticos y adecuadas calidades de naftas han ido variando y minimizando este porcentaje.

**Óxidos de Nitrógeno:**

El término Oxidos de Nitrógeno se refiere a compuestos de nitrógeno que pueden existir en distintas formas. Las más importantes son:

- Óxido Nítrico (NO)
- Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)
- Trióxido de Nitrógeno (NO<sub>3</sub>)
- Óxidos Nitrosos (N<sub>2</sub>O) y otros compuestos como: N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Los óxidos de Nitrógeno son gases inoloros e incoloros solubles en agua.

Los óxidos de Nitrógeno son gran responsables también del Efecto Invernadero y de la formación de ozono y smog.

Si bien la contribución de las fuentes móviles a las emisiones totales de óxidos de nitrógeno es baja, alrededor del 2%, en los últimos tiempos, en el mundo, se ha prestado atención al crecimiento de un parque automotor naftero, con convertidor catalítico de tres vías, que ha generado un componente indeseable de NO<sub>x</sub>.

(6) Química orgánica:  
Petróleo, hidrocarburos.  
Fascículo 5.

## Caracterización de la calidad de naftas: Impacto en emisiones

### VOLATILIDAD: TVR- DESTILACIÓN (6)

La emisión de hidrocarburos a la atmósfera contribuye a la formación de smog resultante de reacciones fotoquímicas y es muy agresivo en ciudades altamente pobladas.

La presencia de compuestos tóxicos volátiles, tales como benceno, en las naftas, es otra de las razones por las cuales debe ser controlada la volatilidad en el combustible.

Se ha estimado que la mitad de los compuestos orgánicos emitidos provienen de las actividades del hombre y de éstas las emisiones de hidrocarburos por caño de escape son el 25%, 10% las emisiones por evaporación desde el vehículo y 2,5% las generadas en las operaciones de carga y descarga de combustibles.

En los últimos años se ha evolucionado en los sistemas de control de evaporación y se han logrado tecnologías que permiten minimizarlas llegando, a recuperar hasta el 98%.

Es común dividir las pérdidas por evaporación en cuatro grupos:

- **Pérdidas en operación:** Éstas son las emisiones generadas con el vehículo en marcha.
- **Pérdidas diurnas:** Éstas son las emisiones que se generan desde el vehículo cuando este se encuentra parado por períodos largos con el motor apagado. La mayoría de estas pérdidas se generan por aumentos de temperatura ambiente que causan una expansión del vapor en el tanque de combustible.
- **Pérdidas calientes:** Se producen en vehículos calientes, cuando se paran, y principalmente vienen desde el carburador y cuando no hay sistemas de post tratamiento de gases de escape.
- **Pérdidas operacionales:** En el momento de carga descarga de vehículos y camiones en estaciones de servicio y terminales de despacho.

---

*Una considerable cantidad de pruebas han sido realizadas para determinar el impacto tanto de la composición como de la volatilidad del combustible sobre las emisiones, y se ha llegado a la conclusión de que la influencia es poca frente a la que tienen las tecnologías vehiculares.*

---

Paralelamente, la disminución de la volatilidad y el aumento de la temperatura del 90% de destilado por el agregado de hidrocarburos pesados, incrementa las emisiones por caño de escape y la disminución de la misma aumenta la emisión de NOx.

De acá surge que:

---

*Hay una relación entre todas las propiedades de volatilidad del combustible, lo que implica que debe existir un equilibrio en las mismas para asegurar que sean mínimas las emisiones por evaporación, sin incrementar las generadas por caño de escape.*

---

## **CONTENIDO DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS- BENCENO**

**¿Puedes definir qué es un hidrocarburo aromático?**

---

*Los aromáticos son moléculas que contienen al menos un anillo benceno.*

---

En general los aromáticos son compuestos de las naftas de muy buen valor octánico y de alto poder energético, pero en contrapartida pueden aumentar los depósitos en válvulas e inyectores y las emisiones por caño de escape de benceno y dióxido de carbono, este último con impacto en el Efecto Invernadero.

---

*Reducir el contenido de hidrocarburos aromáticos en naftas conduce a disminuir significativamente la emisión de benceno.*

---

El contenido de aromáticos también tiene un efecto sobre las emisiones de dióxido de carbono. Estudios desarrollados en el mundo (EPEFE: Programa Europeo sobre Emisiones, Combustibles y Tecnologías vehiculares) han demostrado que:

---

*Existe una relación lineal entre emisiones de dióxido de carbono y contenido de aromáticos de la nafta.*

---

## **AGREGADO DE OXIGENADOS**

Los compuestos oxigenados, especialmente MTBE (Metil Ter Butil Eter) y el alcohol etílico, son agregados a las naftas para aumentar sus números de octano, minimizando la utilización de hidrocarburos aromáticos, y tienen adicionalmente un efecto positivo sobre las emisiones por caño de escape.

Adicionar oxigenados a la nafta conduce a una mejor combustión, más presencia de oxígeno, y por consiguiente disminuye las emisiones de monóxido de carbono, especialmente en vehículos antiguos desprovistos de convertidor catalítico.



### CONTENIDO DE HIDROCARBUROS OLEFÍNICOS

Las olefinas son hidrocarburos insaturados y en muchos casos mejoradores octánicos de las naftas, pero pueden conducir a la formación de depósitos e incrementar la emisión de compuestos reactivos, precursores de la formación de ozono.

Las olefinas, al ser térmicamente inestables, pueden conducir a la formación de gomas y depósitos en el sistema de alimentación del combustible.

Además, ante su evaporación e ingreso a la atmósfera, como especie químicamente reactiva, contribuye a la formación de ozono y en su combustión forma dienos tóxicos.

El Programa Auto Oil de los Estados Unidos demostró que la reducción de olefinas puede contribuir positivamente en la disminución de ozono en el nivel de la Tierra.

En la siguiente tabla se ejemplifica el impacto de algunas características de composición y calidad de las naftas en las emisiones (**Guías Prácticas N° 2 y 3**):

Especificación	Variación	Vehículos	CO	HC-Evap.	NOx	Bc
Adición de Oxigenados	0% a 2.7%	Sin Catalizador	↓ ↓ ↓	+ 0	+/- 0	0
		Con Catalizador	↓ ↓	+ 0	+0	-0
Reducción de Aromáticos	40% a 25%	Sin Catalizador	↓	0	↓	↓ ↓ ↓
		Con Catalizador	↓	0	+/-0	↓ ↓
Reducción de BC	3% a 2%	Sin Catalizador	0	-0	0	↓ ↓
		Con Catalizador				↓ ↓
Reducción de Olefinas	10% a 5%	Sin Catalizador	+/- 0	-0	↓	0
		Con Catalizador	0	-0	-0	0

**0:** Sin efecto

**+/- 0:** variación de -2 a + 2%

↓ : disminuir más de 2%

↓ ↓ : disminuir 10 a 20%

↓ ↓ ↓ : disminución mayor a 20%

## Sistemas de post tratamiento de gases de emisión

Durante los últimos 30 años, los avances tecnológicos, han permitido una reducción de las emisiones de los automotores del orden del 95% de monóxido de carbono e hidrocarburos libres y 75% de óxidos de nitrógeno.

Esto representa un claro ejemplo de la evolución conjunta de las industrias automotrices y refinadoras, el primero y quizás el más significativo como veremos más adelante: la eliminación de plomo de las naftas y por lo tanto la posibilidad de equipar a los vehículos nuevos con convertidores catalíticos para el tratamiento de los gases de emisión, con la consecuente reducción en la toxicidad de los mismos. Este diseño se completa con el agregado de la Sonda Lambda, que permite controlar y regular permanentemente la cantidad ideal de aire para la combustión.

Se puede decir que hay dos etapas bien diferenciadas en la evolución del tratamiento de gases de escape del Ciclo Otto. **(Guía Práctica N° 4)**

### PRIMERA ETAPA (7):

Orientada a minimizar la toxicidad de los gases de emisión, comienza en Estados Unidos, en el año 1990, con la Ley del Aire Limpio, y tiene en la eliminación del plomo en las naftas la máxima regulación de la calidad del combustible, de manera de permitir el empleo de convertidores catalíticos para el tratamiento de los gases de emisión.

Otra de las medidas fue el reemplazo del carburador, como sistema de alimentación del combustible, por la inyección, primero mecánica y luego electrónica.

En los motores de nafta de **inyección indirecta** el combustible se introduce fuera de la cámara de combustión, es inyectado en el colector de admisión, donde se inicia la mezcla aire-combustible antes de entrar en el cilindro.

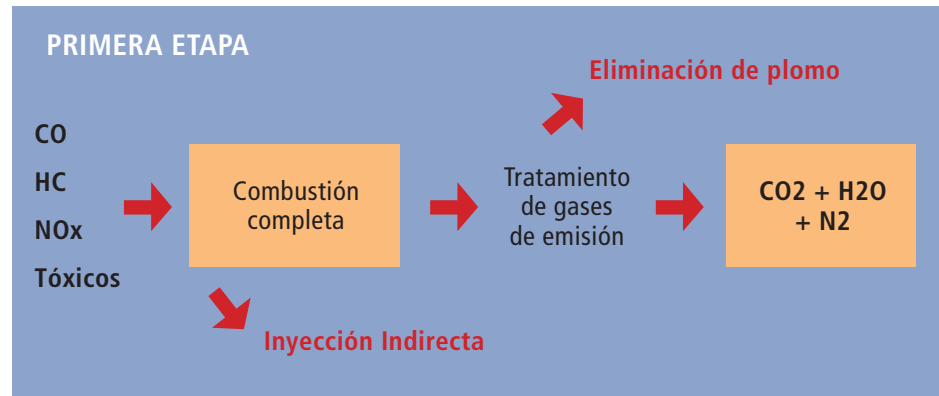
Las razones de haber evolucionado hacia los sistemas de Inyección, dejando de lado el carburador, es que la inyección permite una dosificación muy precisa del combustible en función de los estados de marcha y de carga del motor; teniendo en cuenta así mismo el medio ambiente, controlando la dosificación de tal forma que el contenido de elementos nocivos en los gases de escape sea mínimo.

Además, asignando una electroválvula o inyector a cada cilindro se consigue una mejor distribución de la mezcla.

Esto fue luego evolucionando, tanto en Estados Unidos como en Europa, y se fueron ajustando, además, determinadas características del combustible para minimizar aún más la toxicidad de los gases.

**(7) Ciclo Otto**  
Alimentación: Carburador  
e Inyección.  
Fascículo 6.

Un esquema de esta primera etapa es:

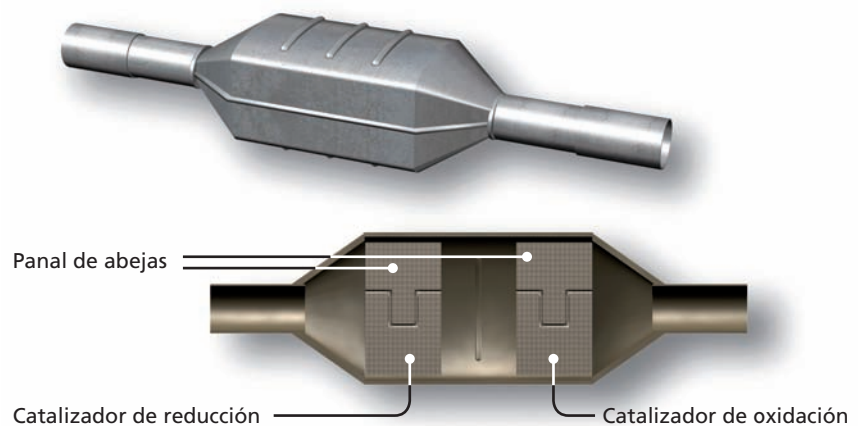


En Argentina, los vehículos con motor Ciclo Otto impulsados a nafta desde el año 1997, todos los vehículos de pasajeros nuevos modelos y, desde el año 1999 todos los cero kilómetro, debieron cumplir un nivel de emisiones que sólo lograron empleando este sistema de post tratamiento de gases de emisión.

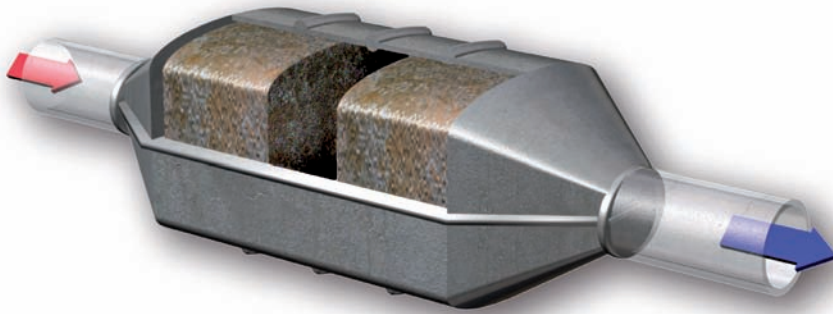
*Este sistema consta principalmente de un convertidor catalítico, una (o más) sonda lambda y un sistema de inyección electrónica.*

### ¿Puedes definir qué es un convertidor catalítico?

El término "Convertidor Catalítico" designa genéricamente a un reactor instalado luego del múltiple de escape. Tiene una carcasa de acero inoxidable que contiene en su interior al "catalizador". Sustancias químicamente activas, soportadas por una colmena cerámica recubierta por una capa amortiguadora que la protege de golpes.



Este panal de abejas está formado por millares de minúsculos canales (celdas) por donde pasan los gases de escape. Las paredes de estos canales generan una superficie de contacto equivalente a dos canchas de fútbol.



La formulación incluye una serie de sustancias activas como óxidos de aluminio, metales nobles (catalíticamente activos): Platino, Rodio, Paladio, y promotores o retardadores específicos, que aumentan o retardan la acción catalítica de los anteriores, sobre determinadas reacciones. Ésta es la razón por la cual las naftas deben ser libres de plomo:

---

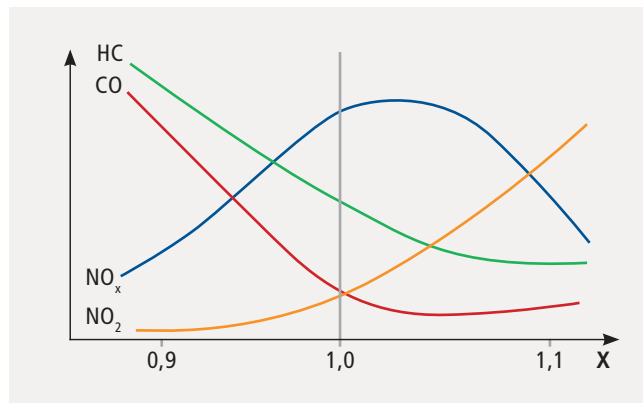
*Una sola cargada de nafta con plomo envenena el catalizador, anulando la función para la cual fue diseñado.*

---

Recordemos que en los gases de escape se encuentran como productos contaminantes, principalmente tres clases de compuestos: Monóxido de Carbono, óxidos de Nitrógeno e Hidrocarburos sin quemar.

El mecanismo de acción del Convertidor Catalítico de tres vías, llamado así porque actúa eliminando principalmente estos tres tipos de contaminantes en el mismo compartimento, mediante reacciones de oxidación y reducción, transforma a los mismos en compuestos no tóxicos: Nitrógeno, Agua y Dióxido de Carbono.

Para ello es necesario que la proporción entre la cantidad de aire y combustible que se introduce en la cámara de combustión se ajuste a límites establecidos; cuando la relación de la mezcla aire/combustible es la estequiométrica: 14,7/1 (peso/peso. Coeficiente Lambda), el catalizador alcanza su máxima efectividad en la eliminación de los gases contaminantes.



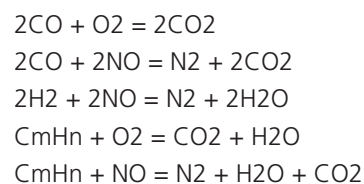
**El Coeficiente Lambda λ = Relación de aire-combustible Real/Relación aire-combustible teórica**

Los motores que trabajan con mezclas pobres (Lambda mayor a 1) son muy económicos pero en contrapartida tienen el inconveniente de ver aumentada la concentración de óxidos de nitrógeno emitida. En cambio, una disminución del Coeficiente Lambda a valores inferiores a 1, mezcla rica, influye en la mayor emisión de monóxido de carbono e hidrocarburos sin quemar.

Los catalizadores de tres vías imponen otra condición para que su funcionamiento sea óptimo: la catálisis sólo se produce con temperaturas superiores a los 300°C, motivo por el cual el lugar físico que ocupará el convertidor será próximo al múltiple de escape.

Los diseños de motores, en lo que hace a la ubicación del catalizador y/o calentamiento auxiliar del mismo, han ido evolucionando de manera de garantizar que dicha temperatura sea alcanzada en períodos de sesenta a noventa segundos.

**Reacciones químicas:** Éstas son altamente exotérmicas (liberan calor). Un esquema simple de las mismas es:



**¿Eres capaz de definir las tres condiciones fundamentales para el óptimo funcionamiento del Convertidor Catalítico?**

A partir de lo visto, se puede decir que el mejor funcionamiento del convertidor se logrará:

---

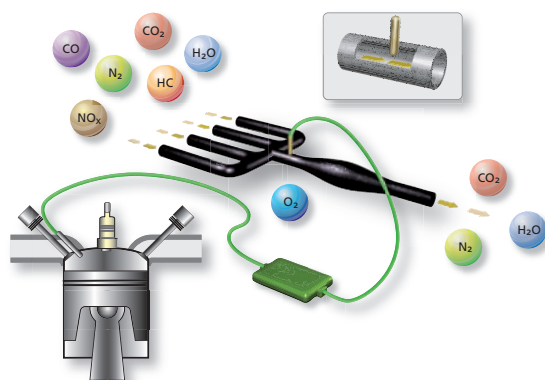
*Alcanzando la temperatura del convertidor en el mínimo tiempo, utilizando naftas sin plomo y con una relación aire/combustible estequiométrica.*

---

A partir de esto es fundamental el control A/C, el que se logra a través de la Sonda Lambda, la cual es una pila de oxígeno que se coloca a la salida de los gases de escape y que mide la concentración de oxígeno en los mismos.

De acuerdo con su concentración, si es mezcla pobre: más aire que combustible, envía la señal a la inyección y se aumenta la cantidad de combustible que ingresa a la cámara de combustión.

Si por el contrario el oxígeno es poco, mezcla rica, envía la señal a la inyección para que reduzca el agregado de combustible. Ésta es una acción constante y es la única que permitirá las reacciones de oxidación y reducción en una misma etapa, un esquema es:

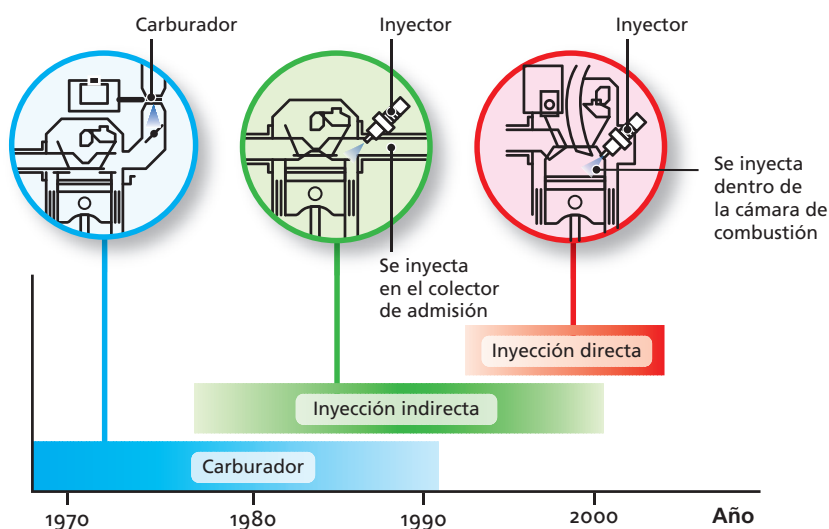


En resumen, el sistema completo para el mejor tratamiento de los gases de emisión es:

*Sistema de Inyección + Convertidor Catalítico + Sonda Lambda*

Hasta aquí hemos visto lo que sucede en un motor que funciona con relación estequiométrica de aire/combustible y con Inyección Indirecta.

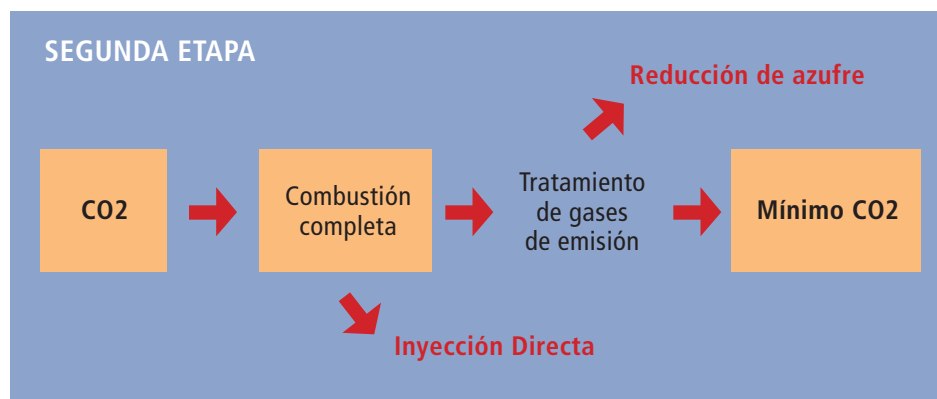
Pero la evolución de los motores continúa, un esquema de cómo han ido evolucionando los distintos sistemas de alimentación a los motores es el que se detalla a continuación:



Como vemos en el esquema anterior, hoy ya podemos hablar de vehículos Ciclo Otto que operan con sistemas de Inyección Directa (segunda etapa).

### SEGUNDA ETAPA:

Un esquema es:



El objetivo de la Inyección Directa es poder trabajar en mezcla pobre.

#### ¿Por qué crees que debe trabajarse con mezcla pobre?

*Porque trabajando en mezcla pobre se logra un ahorro promedio de combustible del orden del 14%.*

#### ¿Y cuál consideras que es técnicamente la ventaja de consumir menos combustible?

*El menor consumo de combustible implica menor cantidad de gases de emisión, por lo tanto habrá menos dióxido de carbono.*

#### Y si hay menor emisión de dióxido de carbono ¿Cuál es el efecto en la atmósfera?

*Menor cantidad de gases de emisión, menor cantidad de dióxido de carbono, minimizan el impacto al Efecto Invernadero.*

Ésta es la llamada segunda etapa en la reducción de emisiones de los motores Otto y no hay otra solución, si el objetivo es reducir la emisión de dióxido de carbono, que el menor consumo de combustible.

Pero si bien trabajar en mezcla pobre resulta en menor consumo de combustible y por ende menor formación de dióxido de carbono, aumenta en forma considerable la cantidad de emisión de Oxidos de nitrógeno, debido al aire en exceso, importante precursor también de formación de ozono y smog, además de su impacto en el Efecto Invernadero.

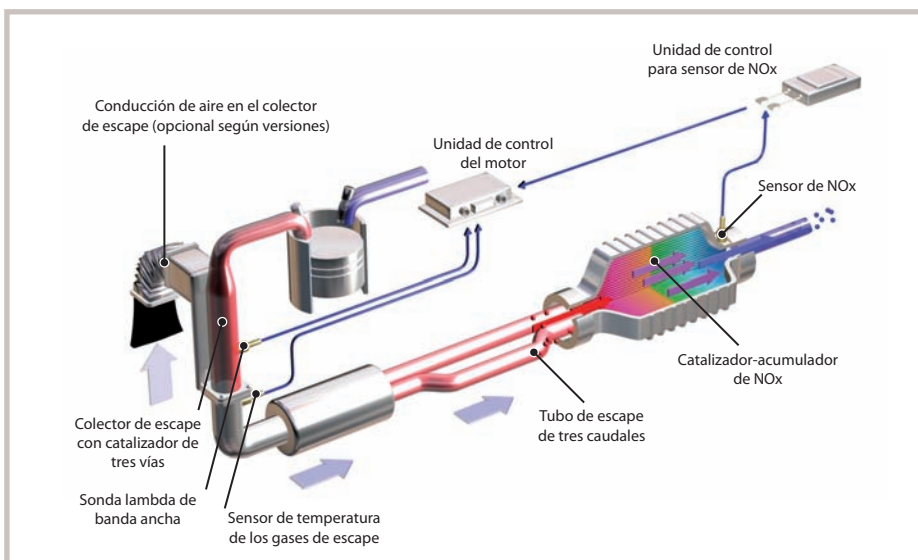
**¿Cuál crees entonces que ha sido el desafío de diseñar los motores de Inyección Directa?**

*Los desafíos fueron primero poder trabajar con mezclas estratificadas, homogéneas y heterogéneas, y luego, fundamentalmente, poder tratar los gases de emisión cuando el aire está en exceso.*

Hasta ahora era un gran problema el tratamiento de los gases de escape en motores con inyección directa de nafta.

Esto se debe a que con un catalizador convencional de tres vías no se pueden alcanzar los límites legales de emisiones de óxidos de nitrógeno en los modos estratificado, pobre y homogéneo-pobre. Por ello se incorpora para estos motores un catalizador-acumulador de NOx, que almacena los óxidos de nitrógeno (NOx) en estos modos operativos.

Al estar lleno el acumulador, se pone en vigor un modo de regeneración, con el cual se desprenden los óxidos de nitrógeno del catalizador-acumulador y se transforman en nitrógeno.



**Catalizador-acumulador de NOx**

Va instalado en el mismo sitio que un catalizador principal de tres vías, de tipo convencional. Desempeña las funciones de un catalizador de tres vías y puede almacenar adicionalmente óxidos de nitrógeno.



### Misión

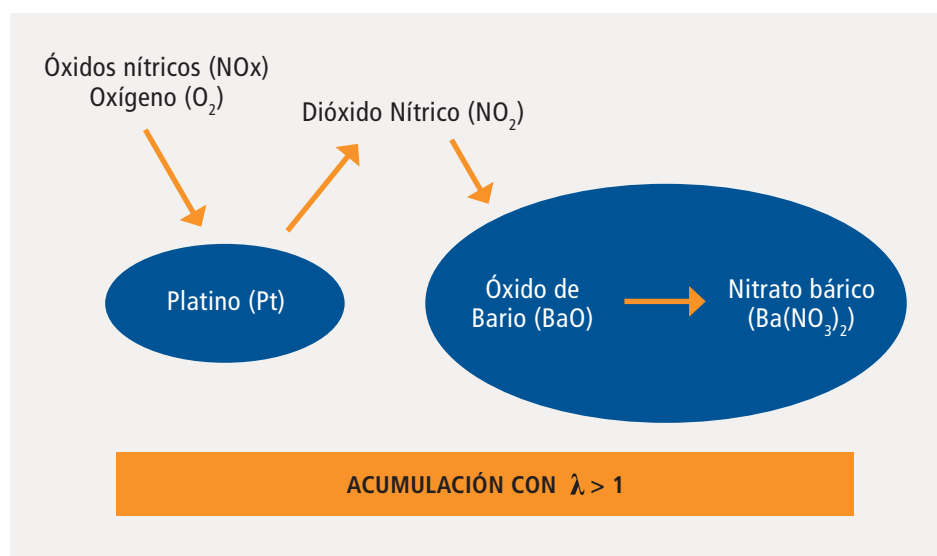
- En el modo homogéneo con  $\lambda = 1$ , el catalizador-acumulador de NOx trabaja como un catalizador convencional de tres vías.
- En los modos estratificado y homogéneo-pobre con  $\lambda > 1$  ya no puede efectuar la conversión de los óxidos de nitrógeno. Por ello se los almacena en el catalizador-acumulador de NOx. Una vez agotada la capacidad de acumulación se efectúa un ciclo de regeneración. Debido a la similitud química con los óxidos de nitrógeno también almacena el azufre.

### Funcionamiento

Aparte de los tres materiales estratificados, platino, rodio y paladio, el catalizador-acumulador de NOx lleva una cuarta capa, que consta de óxido de bario. Esto permite almacenar interinamente óxidos de nitrógeno durante el funcionamiento con mezcla pobre.

### Acumulación

Los óxidos de nitrógeno se oxidan en el estrato de platino, formando dióxido nítrico, y reaccionan entonces con el óxido de bario formando nitrato bórico.

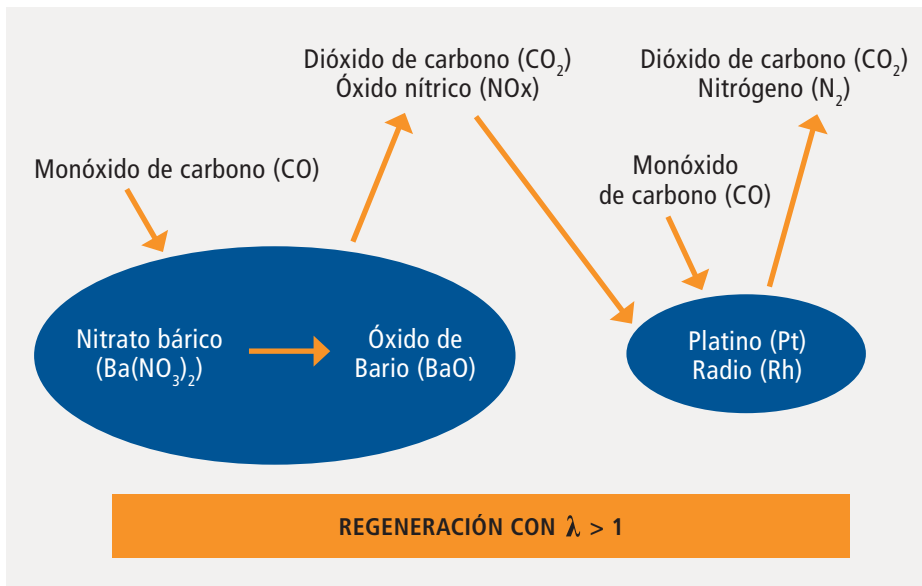


### Desacumulación (regeneración)

La desacumulación se lleva a cabo por medio de las moléculas de CO que abundan en los gases de escape correspondientes a mezcla rica.

Primero se reduce el nitrato bórico nuevamente a óxido de bario, por la reacción con el monóxido de carbono.

De esa forma se despiden dióxido de carbono y monóxido de nitrógeno. La presencia de rodio y platino hace que se reduzcan los óxidos de nitrógeno, produciendo nitrógeno, y que el monóxido de carbono se oxide produciendo dióxido de carbono.



¿Por qué crees que en esta segunda etapa, inyección directa de combustibles, debe reducirse el contenido de azufre de las naftas?

*El azufre es más lábil para quedarse en la superficie del catalizador de  $\text{NO}_x$ , por lo tanto ocupa los lugares reservados para los óxidos de nitrógeno y neutraliza la función para la cual fue diseñado.*

**En resumen:**

*Los vehículos y los combustibles han ido evolucionando de tal manera que hoy no solamente se ha minimizado la toxicidad de las emisiones a través del caño de escape, sino que se han comenzado a fabricar vehículos de inyección directa que aseguran menor consumo de combustible, por lo tanto menor cantidad de gases emitidos.*

## Definición de contenidos y actividades:

Se definen a continuación cuáles serán los contenidos que surgen del desarrollo del Fascículo de Naftas: Medio Ambiente y las actividades factibles de realizar en el aula.

Contenidos	Actividades
Cálculo de emisiones de Dióxido de Carbono. Efecto Invernadero (Guía Práctica N° 1)	Resolución de problemas sobre el cálculo del CO <sub>2</sub> formado en la combustión de distintas cantidades de combustible.
Cálculo de emisiones de Óxidos de Nitrógeno (Guía Práctica N° 2)	Resolución de problemas sobre el cálculo del NO <sub>x</sub> formado en la combustión de distintas cantidades de combustible.
Cálculo de emisiones de Benceno (Guía Práctica N° 3)	Resolución de problemas sobre el cálculo de Benceno emitido en distintos ejemplos de combustión.
Definición de esquemas óptimos para reducción de emisiones en Ciclo Otto (Guía Práctica N° 4)	Definir en aula los esquemas de post tratamiento de gases y alimentación de Ciclo Otto según objetivo buscado.



## BIBLIOGRAFÍA

---

**Association for Testing Materials. (2008) Normas ASTM Fuel Test. USA.**

---

**JAMA, EMA, JASA, AMA (2006) World Wide Fuel Chart.**

---

**Lenz Hans Peter, Cozzarini Christian, (1999) Emissions and air quality. SAE. USA.**

---

**Society of Automotive Engineers (SAE) (2005) Fuels Handbook. USA.**

---

**YPF, Dirección Marketing (2007) Ficha de datos de seguridad, nafta Fanfio XXI.**

---

**Fascículo 5 y 6**

---

---

### CITAS BIBLIOGRÁFICAS DE INTERNET

[www.sagan-gea.org](http://www.sagan-gea.org)

[www.portalplanetasedna.com.ar](http://www.portalplanetasedna.com.ar)

[www.epa.gov](http://www.epa.gov)

[www.see.ed.ac.uk](http://www.see.ed.ac.uk)

---



# GUIAS PRÁCTICAS

## GUÍA N° 1

### Cálculo de emisiones de Dióxido de Carbono. Efecto Invernadero

#### Objetivo:

Calcular en aula los valores de Dióxido de Carbono emitidos por distintos vehículos.

#### Fundamento:

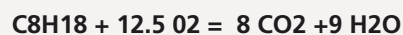
En un motor de combustión interna de encendido por chispa, Ciclo Otto, en el momento de la combustión se produce energía calórica a través del quemado del combustible, pero se generan, además, emisiones que salen a la atmósfera a través del caño de escape.

Si la combustión es completa, ya sea desde la cámara de combustión o finalizada en los sistemas de post tratamiento de gases, la composición fundamental es: Dióxido de Carbono más Agua, descartando para esta práctica los óxidos de Nitrógeno y Azufre que también pueden formarse.

El Dióxido de Carbono es uno de los gases de mayor responsabilidad sobre el Efecto Invernadero.

Para este ejemplo se hará una simplificación y se tomará como composición de nafta al hidrocarburo de 8 átomos de carbono: Isoctano.

La ecuación que representa la combustión del mismo es:



#### Problema:

A partir del balance anterior y utilizando los pesos atómicos de cada compuesto, calcular la cantidad de Dióxido de Carbono emitido en los siguientes casos, considerando que todos los vehículos han recorrido una distancia de 128 kilómetros y la combustión ha sido completa:

1°:

- **Vehículo A:** consumo: 8,5 litros por cada 100 km recorridos
- **Vehículo B:** consumo: 11 litros por cada 100 km recorridos
- **Vehículo C:** consumo: 9,5 litros por cada 100 km recorridos

2°: A tu criterio, ¿cuál de los vehículos es el que genera el menor impacto al Efecto Invernadero?



**INSUMOS  
NECESARIOS**

Tabla periódica  
de elementos.

**Objetivo:**

Calcular en aula los valores de óxidos de Nitrógeno emitidos por un determinado vehículo y para un recorrido establecido.

**Fundamento:**

En un motor de combustión interna de encendido por chispa, Ciclo Otto, en el momento de la combustión se produce energía calórica a través del quemado del combustible, pero se generan, además, emisiones que salen a la atmósfera a través del caño de escape.

En esta práctica consideraremos, además del CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O formados en la combustión, los óxidos de Nitrógeno emitidos.

Partiendo de la composición del aire: 79 % Nitrógeno y 21 % Oxígeno y considerando un vehículo moderno, provisto de convertidor catalítico, que debe trabajar en la condición estequiométrica de Aire/Combustible, la que es:

$$A/C = 14.6/1 \text{ (peso/peso)}$$

Es decir 14,6 partes en peso de aire son necesarias para quemar perfectamente 1 parte en peso de nafta.

**Problema:**

Calcular en el aula, para un vehículo que consume 9.5 litros de nafta por cada 100 km recorridos:

- La cantidad de kilómetros recorridos si el consumo ha sido de 85 litros de nafta.
- En ese recorrido, ¿cuántos litros de óxidos de Nitrógeno ha emitido, considerando que todo el Nitrógeno que ingresa a la cámara de combustión sale como Óxido de Nitrógeno.

**Datos:**

- Composición del aire: 79% de Nitrógeno - 21% de Oxígeno
- Densidad de la nafta: 0.745 Kg/Litro
- Densidad del aire: 0.00122 Kg/litro
- Ambos valores de densidad son a 15°C.

**GUÍA N° 2**

## Cálculo de emisiones de Óxidos de Nitrógeno

---

## GUÍA N° 3

### Cálculo de emisiones de Benceno

---

#### Objetivo:

Calcular en aula los valores de Benceno emitidos por un determinado vehículo que utiliza distintas calidades de naftas y en vehículos provistos con y sin convertidor catalítico.

#### Fundamento:

En un motor de combustión interna de encendido por chispa, Ciclo Otto, en el momento de la combustión se produce energía calórica a través del quemado del combustible, pero se generan, además, emisiones que salen a la atmósfera a través del caño de escape.

Una forma de minimizar el impacto ambiental generado y disminuir la toxicidad de los gases emitidos es a través del empleo de convertidores catalíticos como sistema de post tratamiento.

De los contaminantes más importantes a controlar, por su alta toxicidad, es el hidrocarburo aromático de 6 átomos de carbono: Benceno.

Las naftas son diseñadas de manera de tener el menor contenido posible del mismo.

#### Problema:

**1°:** Calcular en el aula, para vehículos provistos con y sin convertidor catalítico y distintas Naftas, el nivel de benceno emitido.

- Caso 1: Vehículo A +Nafta 1
- Caso 2: Vehículo B +Nafta 1
- Caso 3: Vehículo A +Nafta 2
- Caso 4: Vehículo B +Nafta 2

En todos los casos el recorrido ha sido de 800 kilómetros.

**2°:** Identifica en qué caso se ha contaminado más y cuál es la razón.

#### Datos:

- Grado de recuperación de benceno por el Convertidor Catalítico: 98%
- Sin convertidor catalítico se emite el 100% de lo generado
- Vehículo A: Sin convertidor catalítico
- Vehículo B: Con convertidor catalítico
- Nafta 1: 2,5 % volumen de Benceno
- Nafta 2: 1,8 % volumen de Benceno
- Consumo de ambos vehículos 9,5 litros/100 km recorridos

## Objetivo:

Definir en el aula los sistemas óptimos de post tratamiento de gases de escape y alimentación del vehículo para minimizar el impacto ambiental.

## Fundamento:

En un motor de combustión interna de encendido por chispa, Ciclo Otto, en el momento de la combustión se produce energía calórica a través del quemado del combustible, pero se generan, además, emisiones que salen a la atmósfera a través del caño de escape.

La combustión en la cámara siempre es incompleta y se han desarrollado sistemas de postratamiento de gases para completar la misma y reducir los contaminantes a Dióxido de Carbono, Agua y N<sub>2</sub>.

A lo largo del tiempo se han desarrollado distintos sistemas:

- Primer Etapa: reducir toxicidad de las emisiones.
- Segunda Etapa: reducir impacto al Efecto Invernadero.

## Problema:

A partir del análisis del fascículo define y grafica:

**1º:** Esquema del sistema orientado a minimizar toxicidad de emisiones.

**2º:** Esquema del sistema orientado a minimizar emisiones de Dióxido de Carbono-Efecto Invernadero.

## GUÍA N° 4

### Definición de esquemas óptimos para reducción de emisiones en Ciclo Otto

---



**INSUMOS  
NECESARIOS**

*Fascículo de Calidad de Naftas- Medio Ambiente.*





MATERIAL DE REFERENCIA  
**FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD**

(Conforme al Reglamento CE N° 1907/2006 - REACH)

## Nafta

### 1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

<b>Nombre comercial:</b> NAFTA	<b>Sinónimos:</b> Nafta
<b>Fórmula:</b> Mezcla compleja de hidrocarburos	<b>N° CAS:</b> NP

### 2. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

FÍSICO/QUÍMICOS	TOXICOLÓGICOS (SÍNTOMAS)
Líquido fácilmente inflamable.	<p><b>Inhalación:</b> Los vapores y nieblas irritan las vías respiratorias, también pueden provocar somnolencia y vértigo. La exposición prolongada y repetida a altas concentraciones de vapor puede producir náuseas, dolor de cabeza, vómitos y alteraciones en el Sistema Nervioso Central.</p> <p><b>Ingestión/Aspiración:</b> Produce irritación en el tubo digestivo. A esto pueden seguir vómitos, diarrea, mareos e intoxicación. La aspiración de nafta a los pulmones puede producir edema pulmonar.</p> <p><b>Contacto piel/ojos:</b> El contacto prolongado y repetido puede producir irritación y causar dermatitis. Puede producir irritación, conjuntivitis y quemaduras.</p> <p><b>Efectos tóxicos generales:</b> Nocivo: Si se ingiere puede causar daño pulmonar. Irrita la piel. Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.</p>
Combustible.	
Los vapores forman mezclas explosivas con el aire.	
Los vapores son más pesados que el aire y pueden desplazarse hacia fuentes remotas de ignición e inflamarse.	

### 3. COMPOSICIÓN

**Composición general:** Combinación compleja de hidrocarburos compuesta principalmente de parafinas, cicloparafinas, hidrocarburos aromáticos y olefinicos con un número de carbonos en su mayor parte superiores a C3 y con un intervalo de ebullición 30°C a 225°C.

Componentes peligrosos	Rango %	Clasificación	Frases S
Gasolina (> 0.1% Benceno) N° CAS # 86290-81-5 N° CE (EINECS) # 289-220-8 N° Anexo I (Dir. 67/548/CEE) # 649-378-00-4	85	F; R11 Carc. Cat. 2; R45 Xn; R65 R67 Xi; R38 N; R51/53	S53-45-61-62
Metil terc butil éter (MTBE): N° CAS # 1634-04-4 N° CE (EINECS) # 216-653-1	7	F; R11 Xi; R38	S9-16-23-29-33
Etanol: N° CAS # 64-17-5 N° CE (EINECS) # 200-578-6 N° Anexo I (Dir. 67/548/CEE) # 603-002-00-5	8	F; R11	S2-7-16

#### 4. PRIMEROS AUXILIOS

**Inhalación:** Trasladar al afectado a una zona de aire fresco. Si la respiración es dificultosa practicar respiración artificial o aplicar oxígeno. Solicitar asistencia médica.

**Ingestión/Aspiración:** No administrar nada por la boca. NO INDUCIR EL VÓMITO. Solicitar asistencia médica.

**Contacto piel/ojos:** Quitar inmediatamente la ropa impregnada. Lavar las partes afectadas con agua y jabón. En caso de contacto con los ojos, lavar abundantemente con agua durante unos 15 minutos. Solicitar asistencia médica.  
Medidas generales: Solicitar asistencia médica.

#### 5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

**Medidas de extinción:** Agua pulverizada, espuma, polvo químico, CO<sub>2</sub>.  
NO UTILIZAR NUNCA CHORRO DE AGUA DIRECTO.

**Contraindicaciones:** NP

**Productos de combustión:** CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CO (en caso de combustión incompleta), hidrocarburos no quemados.

**Medidas especiales:** Mantener alejados de la zona de fuego los recipientes con producto. Enfriar los recipientes expuestos a las llamas. Si no se puede extinguir el incendio dejar que se consuma controladamente. Consultar y aplicar planes de emergencia en el caso de que existan.

**Peligros especiales:** Material fácilmente inflamable/combustible. Puede inflamarse por calor, chispas, electricidad estática o llamas. Los vapores son más pesados que el aire y pueden desplazarse hacia fuentes remotas de ignición. Los contenedores pueden explotar con el calor del fuego. Peligro de explosión de vapores en el interior, exterior o en conductos. Vertido a una alcantarilla o similar puede inflamarse o explotar.

**Equipos de protección:** Prendas para lucha contra incendios resistentes al calor. Cuando exista alta concentración de vapores o humos utilizar aparato de respiración autónoma.

#### 6. MEDIDAS EN CASO DE LIBERACIÓN ACCIDENTAL

**Precauciones para el medio ambiente:** Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. Los vertidos crean una película sobre la superficie del agua evitando la transferencia de oxígeno.

**Precauciones personales:** Aislar el área. Prohibir la entrada a la zona a personal innecesario. No fumar.  
Evitar zonas bajas donde se pueden acumular vapores. Evitar cualquier posible fuente de ignición. Cortar el suministro eléctrico. Evitar las cargas electrostáticas.

**Detoxificación y limpieza:** Derrames pequeños: Secar la superficie con materiales ignífugos y absorbentes. Depositar los residuos en contenedores cerrados para su posterior eliminación.  
Derrames grandes: Evitar la extensión del líquido con barreras.

**Protección personal:** Guantes de PVC. Calzado de seguridad antiestático. Protección ocular en caso de riesgo de salpicaduras. En alta concentración de vapores, equipo de respiración autónoma.

#### 7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

##### Manipulación:

**Precauciones generales:** Disponer de un sistema de ventilación adecuado que impida la formación de vapores, neblinas o aerosoles. Evitar la exposición a los vapores. En el trasvase utilizar guantes y gafas para protección de salpicaduras accidentales. No fumar y eliminar todas las posibles fuentes de ignición en el área de manejo y almacenamiento del producto. Para el trasvase utilizar equipos conectados a tierra. Evitar el mal uso del producto; por ejemplo emplearlo como un agente disolvente o de limpieza o succionar el producto de un depósito con un sifón para vaciarlo.

**Condiciones específicas:** Se recomienda control médico apropiado de la exposición al producto en el trabajo. Se deben emplear procedimientos especiales de limpieza y mantenimiento de los tanques para evitar la exposición a vapores y la asfixia (consultar códigos o manuales de seguridad).

##### Almacenamiento:

**Temperatura y productos de descomposición:** A elevadas temperaturas se puede generar monóxido de carbono (gas tóxico) por combustión incompleta.

**Reacciones peligrosas:** Material fácilmente inflamable y combustible.

**Condiciones de almacenamiento:** Guardar el producto en recipientes cerrados y etiquetados. Mantener los recipientes en lugar fresco y ventilado, alejados del calor y de fuentes de ignición. Mantener alejado de oxidantes fuertes.

**Materiales incompatibles:** Oxidantes fuertes.

## 8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

### Equipos de protección personal:

*Protección respiratoria:* Máscara de protección respiratoria en presencia de vapores o equipo autónomo en altas concentraciones.

*Protección cutánea:* Guantes de PVC. Calzado de seguridad antiestático.

*Protección ocular:* Gafas de seguridad. Lavaojos.

*Otras protecciones:* Cremas protectoras para prevenir la irritación. Duchas en el área de trabajo.

**Precauciones generales:** Evitar el contacto prolongado y la inhalación de vapores.

**Prácticas higiénicas en el trabajo:** La ropa empapada de nafta debe ser mojada con abundante agua (preferentemente bajo la ducha) para evitar el riesgo de inflamación y ser retirada lo más rápidamente posible, fuera del radio de acción de cualquier fuente de ignición. Seguir medidas de cuidado e higiene de la piel, lavando con agua y jabón frecuentemente y aplicando cremas protectoras.

### Controles de exposición:

*Nafta:*

TLV/TWA (ACGIH): 300 ppm

TLV/STEL (ACGIH): 500 ppm

Umbral oloroso de detección: 0.25 ppm

*Benceno:*

TLV/TWA (ACGIH): 0.5 ppm

TLV/STEL (ACGIH): 2.5 ppm

*Metil terc butil eter:*

TLV/TWA (ACGIH): 50 ppm

## 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

<b>Aspecto:</b> Líquido claro, aromático, volátil.	<b>pH:</b> NP
<b>Color:</b> Azul	<b>Olor:</b> Hidrocarburo.
<b>Punto de ebullición:</b> 40°C	<b>Punto de fusión/congelación:</b> NP
<b>Punto de inflamación/Inflamabilidad:</b> 23°C Máximo	<b>Autoinflamabilidad:</b>
<b>Propiedades explosivas:</b>	<b>Propiedades comburentes:</b> NP
<b>Presión de vapor:</b> (Reid) 11 psi a 37.8°C	<b>Densidad:</b> 0.7625 g/cm <sup>3</sup>
<b>Tensión superficial:</b>	<b>Viscosidad:</b> (40 °C) < 1 cSt (ASTM D-4529)
<b>Densidad de vapor:</b>	<b>Coef. reparto (n-octanol/agua):</b>
<b>Hidrosolubilidad:</b> Insoluble en agua.	<b>Solubilidad:</b> Soluble en éter, cloroformo, benceno y alcohol.
<b>Otros datos:</b> Oxígeno: típico de 8 a 11% Peso.	

## 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

<b>Estabilidad:</b> Producto estable a temperatura ambiente. Inflamable a temperatura ambiente en presencia de fuentes de ignición.	<b>Condiciones a evitar:</b> Exposición a llamas, chispas, calor.
<b>Incompatibilidades:</b> Oxidantes fuertes.	
<b>Productos de combustión/descomposición peligrosos:</b> CO <sub>2</sub> , HO <sub>2</sub> , CO (en caso de combustión incompleta) e hidrocarburos no quemados.	
<b>Riesgo de polimerización:</b> NP	<b>Condiciones a evitar:</b> NP

## 11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

**Vías de entrada:** La inhalación es la ruta más frecuente de exposición. Contacto con la piel, ojos e ingestión son otras vías probables de exposición.

**Efectos agudos y crónicos:** La aspiración a los pulmones, como consecuencia de la ingestión o el vómito, es muy peligrosa y puede conducir a edema pulmonar. La inhalación produce irritación intensa de la garganta y los pulmones y también puede provocar somnolencia y vértigo. La ingestión causa vómitos y confusión. Los efectos crónicos a las exposiciones repetidas son irritación del tracto respiratorio y dermatitis. LC50 > 5 ml/l/4h (inhalación-rata) LD50 > 5 g/Kg (oral-rata).

**Carcinogenicidad:** Clasificación IARC: Grupo 2B (El agente es posiblemente carcinogénico para el hombre).

**Toxicidad para la reproducción:** No existen evidencias de toxicidad para la reproducción en mamíferos.

**Condiciones médicas agravadas por la exposición:** Problemas respiratorios y afecciones dermatológicas. Evitar el uso de epinefrina debido a posibles efectos adversos sobre el miocardio. No se debe ingerir alcohol dado que promueve la absorción intestinal de las naftas.

## 12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

### Forma y potencial contaminante:

*Persistencia y degradabilidad:* Los microorganismos presentes en el agua y en los sedimentos son capaces de degradar los constituyentes de las naftas. La fracción aromática es muy tóxica debido a su relativa solubilidad y toxicidad acuática. Los componentes de menor peso molecular (C3-C9) se pierden rápidamente por evaporación, mientras que la biodegradación elimina básicamente los componentes de mayor peso molecular (C10-C11).

*Movilidad/Bioacumulación:* No presenta problemas de bioacumulación ni de incidencia en la cadena trófica alimenticia. Los factores primarios que contribuyen a la movilidad de los componentes de la nafta son: solubilidad en agua, absorción al suelo y biodegradabilidad. Presenta un potencial de contaminación física importante para los litorales costeros debido a su flotabilidad en agua.

**Efecto sobre el medio ambiente:** El producto es tóxico para los organismos acuáticos y puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

## 13. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

**Métodos de eliminación de la sustancia (excedentes):** Combustión o incineración.

### Residuos:

*Eliminación:* Los materiales muy contaminados se deben incinerar. Los menos contaminados pueden ser depositados en vertederos controlados. Remitirse a un gestor autorizado.

*Manipulación:* Los materiales contaminados por el producto presentan los mismos riesgos y necesitan las mismas precauciones que el producto y deben considerarse como residuo tóxico y peligroso. No desplazar nunca el producto a drenaje o alcantarillado. Los bidones semivacíos son más peligrosos que los llenos.

*Disposiciones:* Los establecimientos y empresas que se dediquen a la recuperación, eliminación, recogida o transporte de residuos deberán cumplir las disposiciones existentes relativas a la gestión de residuos u otras disposiciones municipales, provinciales y/o nacionales en vigor.

Calidad de las naftas: medio ambiente  
Lía Nadal

1a Edición

Cámara Argentina del Libro  
Sarmiento 528  
Buenos Aires

ISBN 978-987-98015-5-0

Diseño: CastillaSozzani&Asoc

Nadal, Lía

Calidad de las naftas: medio ambiente . - 1a ed. - Buenos Aires : Fundación YPF, 2010.

36 p. : il. ; 30x21 cm. - (Area de actualización tecnológica aplicada a la industria; 7)

ISBN 978-987-98015-5-0

1. Formación Docente. 2. Enseñanza Técnica . I. Título  
CDD 371.1

Fecha de catalogación: 26/05/2010

Este libro se terminó de imprimir en el mes de junio de 2010 con una tirada de 1.000 ejemplares en Talleres Gráficos Trama Garro 3160/70. Buenos Aires, República Argentina.

Queda hecho el depósito que establece la Ley 11.723.

*Libro de edición Argentina*

*No se permite la reproducción parcial o total, el almacenamiento, el alquiler, la transmisión o la transformación de este libro, en cualquier forma o por cualquier medio, sea electrónico o mecánico, mediante fotocopias, digitalización u otros métodos, sin el permiso previo y escrito del editor. Su infracción está penada por las leyes 11723 y 25446.-*