

Eficiencia Energética y Gases de Efecto Invernadero

Mejoras Ambientales – EcoEficiencia

Introducción

PBBPolisur S.A. está emplazada en el Polo Petroquímico de la Ciudad de Bahía Blanca, en la provincia de Buenos Aires. La empresa es controlada por el grupo The Dow Chemical Company, y está conformada por seis unidades productivas: 2 plantas que producen Etileno (conocidas como Crackers I y II), y 4 plantas que producen Polietileno (HDPE Alta Densidad, LDPE Baja Densidad, LLDPE Lineal de Baja y Alta Densidad, y EPE Mejorado).

Inicialmente la empresa contaba con una planta de Etileno y tres plantas de Polietileno. Durante el año 2000 comenzó a construirse una segunda planta de Etileno y una cuarta planta de Polietileno. Para cubrir los servicios auxiliares requeridos para la operación de estas nuevas plantas también se montaron dos nuevas calderas de generación de vapor, así como un horno incinerador de efluentes líquidos cáusticos. Las nuevas unidades entraron en operación a principios del año 2001.

La segunda planta de Etileno (Cracker II) representó una innovación tecnológica muy importante, especialmente desde el punto de vista de la eficiencia energética alcanzada en la producción de Etileno. Las nuevas calderas se montaron con quemadores de tipo Low NOx, resultando en una menor concentración de NOx en los gases de combustión resultantes.

Objetivos

Lo anterior nos lleva al objeto del presente trabajo, para el estudio y análisis del impacto de las innovaciones realizadas en el Site Bahía Blanca sobre la emisión de Dióxido de Carbono (CO₂) y Oxidos de Nitrógeno (NO_x), productos de combustión en hornos, calderas y otros equipos de proceso.

Para ello, a continuación se da en mayor detalle:

- Mejoras incorporadas en la nueva planta Cracker II desde el punto de vista de consumo energético específico.
- Tendencia de consumo energético específico en las plantas del Site.
- Emisión de CO₂ asociada a las fuentes de combustión del complejo, y desarrollo de factores de emisión.
- Mejoras introducidas desde el punto de vista de emisión de NO_x desde calderas productoras de vapor.

- Tendencia de emisión de NOx en las plantas del complejo, y desarrollo de factores de emisión.

Disparadores

El grupo Dow ha establecido para todos sus complejos productivos una serie de metas ambientales y de seguridad, para ser alcanzadas en el año 2005, en base a valores establecidos en el año 1994. Entre dichas metas, es de interés para este caso la del 20% de Reducción en el Consumo Energético Específico, íntimamente relacionado con la reducción en la emisión de gases de efecto invernadero por unidad de producción, dado que casi en su totalidad se generan por consumo de gases combustibles en hornos, calderas y otros equipos de proceso.

Alineados con esta meta, y con el espíritu de innovar en el ámbito tecnológico, es que las nuevas unidades fueron construidas con estas características.

Durante el año 1999, PBBPolisur presentó a CEADS un caso sobre efecto climático, donde se citaron las mejoras tecnológicas que tendría una nueva planta de Etileno y factores de emisión de CO₂ y NO_x relevados de bibliografía de la EPA (*U.S.A. Environmental Protection Agency*). En este trabajo presentaremos los datos anteriores calculados sobre mediciones realizadas en el período 1997-2003, como seguimiento de la efectividad de las mejoras introducidas en el complejo PBBPolisur S.A.

Eficiencia Energética

Mejoras Incorporadas por la tecnología de planta Cracker II

Los tipos de mejora incorporadas al proceso, que hicieron más eficiente a la planta Cracker II desde el punto de vista energético, tienen que ver con:

Disminución de Consumo Energético

- Mejora en Eficiencia Térmica en Hornos de Craqueo: de 85% a 90%.
- Motores Eléctricos de Compresores altamente eficientes: de 42% a 82%.
- 7 Generadores de Vapor TLX por cada Horno vs. 1 Generador TLX en plantas de etileno de vieja tecnología: la planta Cracker II se abastece de su propio vapor. Sólo requiere servicio auxiliar de vapor para arranque de planta.
- Deetanización Frontal (vs. Deetanización de cola de la vieja tecnología): esto permite ahorro energético en procesos de tratamiento posteriores.
- Aumento de uso de aislaciones.
- Reutilización de Condensados de Vapor.

Aumento en Rendimiento de la Producción de Etileno

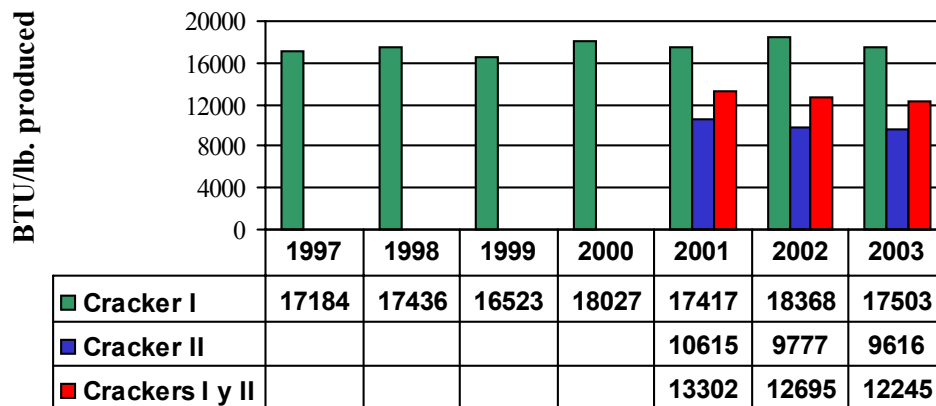
- Aumento de selectividad en hornos (de 77% a 80%).
- Disminución de la composición de Etileno en Gas Residual Off Gas (de 1.2% a 300 ppm).
- Disminución de la presión en la salida de los hornos (de 0.7 kg/cm² a 0.32 kg/cm²).
- Aumento de eficiencias en las columnas de destilación.

Consumos energéticos medidos 1997-2003 en Crackers I y II

Los datos que siguen surgen de mediciones realizadas en función de:

- Consumo de Energía Eléctrica.
- Consumo de Gas Natural, como parte de la mezcla combustible utilizada en hornos de craqueo, horno cáustico y calderas de vapor.
- Consumo de Off Gas (o Gas Residual) producido en las mismas plantas de Etileno, como parte de la mezcla combustible utilizada en hornos de craqueo y calderas de vapor.
- Composiciones de los combustibles antes mencionados (Gas Natural, Off Gas, mezcla Fuel Gas, etc.).

Plantas Cracker I / Cracker II



Considerando como línea de base la tecnología del Cracker I (Datos de consumo energético del año 2000), instalada en 1981, la puesta en marcha de la planta Cracker II se tradujo en:

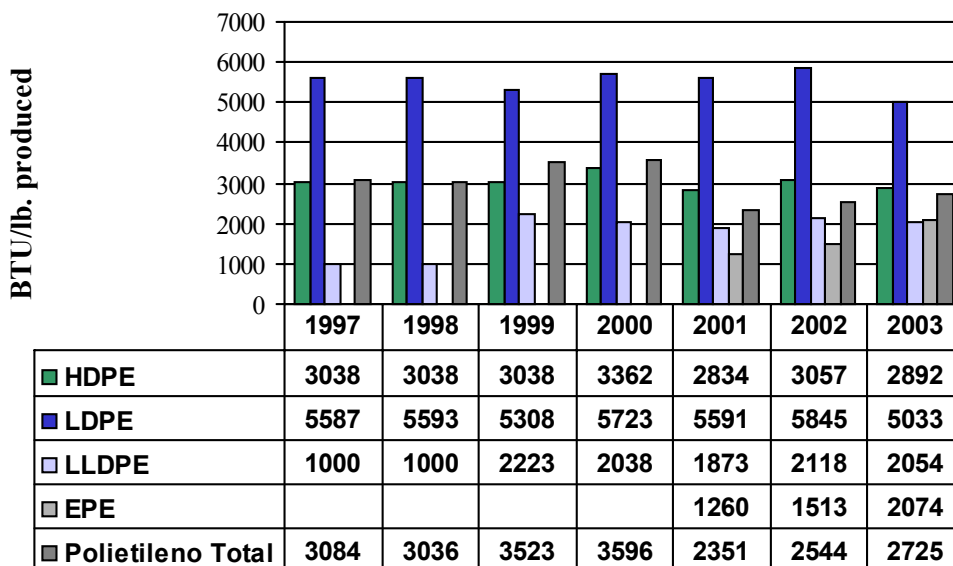
- 47% de Reducción de Consumo Específico de Energía en el Cracker II.
- 32% de Reducción de Consumo Específico de Energía en la Producción Total de Etileno en PBBPolisur S.A. (Crackers I y II).

Consumos energéticos medidos 1997-2003 en Plantas Polietileno (HDPE, LDPE, LLDPE y EPE)

En estas plantas, productoras de Polietileno, el consumo energético es considerablemente menor que en las plantas productoras de Etileno. Los consumos mencionados en los gráficos mostrados debajo, corresponden fundamentalmente a:

- Consumo de Energía Eléctrica.
- Consumo de Gas Natural piloto de las antorchas para la combustión de gases residuales de proceso.
- Consumo de Gas Natural en horno de calentamiento de aceite de la nueva planta EPE (a partir del año 2001).

Plantas HDPE, LDPE, LLDPE y EPE



Emisión de CO2

Muy asociadas al punto anterior se hallan las emisiones de CO2 resultantes de la combustión en los distintos equipos de las plantas: hornos de craqueo, calderas productoras de vapor, horno de calentamiento de planta EPE, y antorchas de las plantas. De todas las anteriores, los equipos cuya emisión predomina sobre el total son los hornos de craqueo y calderas de vapor.

A continuación se citan los datos sobre composición de combustibles utilizados en las fuentes fijas emisoras de CO2, las emisiones de CO2 propiamente dichas, y los factores de emisión resultantes, para los años 1997-2003.

Composición de Mezclas Combustibles

A modo indicativo, y basados en la información del año 2003, las composiciones de los combustibles utilizados en los distintos equipos son del orden de los datos indicados en la tabla siguiente:

			Composición Combustible (%w)		
	Peso Molecular	Poder Calorífico (BTU/lb)	<i>Hornos Cracker I Calderas Viejas</i>	<i>Hornos Cracker II</i>	<i>Horno Cáustico Horno calentamiento EPE Calderas Nuevas</i>
H2	2	51623	16,98%	26,08%	0,00%
CH4	16	21520	75,59%	68,86%	92,15%
Etano	30	20432	2,78%	1,50%	3,48%
Etileno	28	20295	0,54%	1,10%	0,51%
Propano	44	19944	0,87%	0,07%	0,25%
Propileno	42	19691	0,49%	0,02%	0,00%
Butano	58	19680	0,64%	0,12%	0,01%
CO2/CO	36	0	0,50%	0,30%	0,79%
Nitrógeno	28	0	1,61%	1,95%	2,82%
Poder Calorífico (BTU/lb)			26108	28855	20696
Poder Calorífico (BTU/scf)			513	435	909
Densidad (kg/Nm3)			0,332	0,255	0,742
Peso Molecular			7,448	5,712	16,636
CO2 (lb/scf combustible)			0,044	0,030	0,117

Emisiones Absolutas de CO2

Las emisiones de CO2 resultantes de la combustión en fuentes fijas (hornos, calderas y antorchas) para el período 1997-2003, son las siguientes:

[Toneladas CO2]

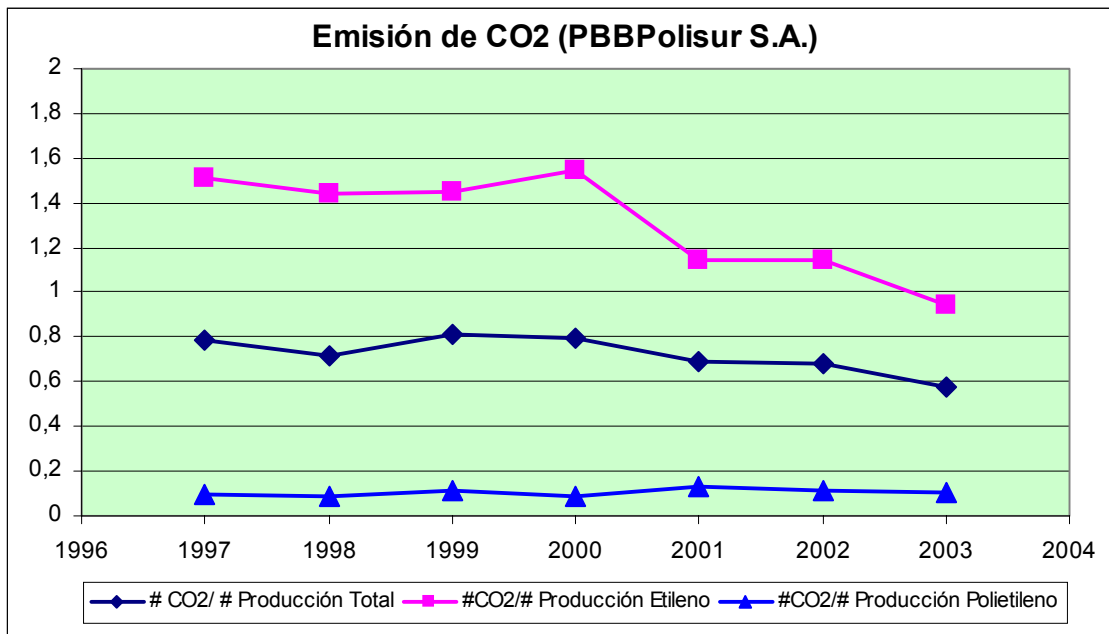
Año	Plantas Etileno	Plantas Polietileno	Total del Site
1997	327601	21376	348977
1998	316473	22209	338682
1999	364985	24769	389754
2000	366015	22013	388028
2001	645895	60104	705999
2002	700995	54963	755958
2003	653123	54027	707150

Desarrollo de Factores de Emisión

Sobre la base de emisiones anteriores, y considerando la producción en los distintos años, se desarrollaron estos factores de emisión.

[Toneladas CO2 / Tonelada Producción]

Año	Plantas Etileno	Plantas Polietileno	Total del Site
1997	1,511	0,094	0,785
1998	1,439	0,087	0,713
1999	1,448	0,109	0,814
2000	1,550	0,087	0,791
2001	1,148	0,130	0,689
2002	1,144	0,110	0,679
2003	0,946	0,102	0,581



Reducción de CO2 lograda con la nueva tecnología

Para el análisis del impacto de la construcción del Cracker II con una nueva tecnología sobre la emisión de CO2, se consideró un factor de emisión base para la tecnología existente (Cracker I) promedio de los resultados entre los años 1997 y 2000.

Sobre dicho valor y considerando el factor global obtenido entre las dos plantas, se determinaron los factores propios del Cracker II, y sobre ellos se estimó la reducción en la emisión de CO2 asignada al Cracker II, respecto de una tecnología base como la del Cracker I.

Los resultados se muestran en la tabla que sigue:

	Cracker I (‘97/’00)	Etileno Total	Cracker II	Reducción asignada a LHC2 con respecto a una tecnología base *
	Factor Emisión Medio #CO2 / #Producción	Factor Emisión #CO2 / #Producción	Factor Emisión #CO2 / #Producción	
				Ton. CO2
2001	1.49	1.15	0.93	190598
2002	1.49	1.14	0.97	210418
2003	1.49	0.95	0.67	377521

* Los aumentos entre 2001 y 2003 son debidos al aumento de producción, al mismo consumo energético específico.

Emisión de NOx

Al igual que las emisiones de CO2, las emisiones de NOx están asociadas a la combustión en los distintos equipos de las plantas: hornos de craqueo, calderas productoras de vapor, antorchas de las plantas y otros equipos de proceso donde existe combustión.

Las emisiones de NOx son estimadas en función de los factores de emisión propuestos por la EPA para estos tipos de equipos mencionados anteriormente.

La aplicación de dichos factores es adecuada, ya que sobre chequeos spot se ha comprobado que son conservativos respecto de los valores obtenidos por otros métodos de cálculo para las emisiones absolutas.

Mejoras introducidas

Durante la construcción de la nueva planta de producción de Etileno (Cracker II), se introdujeron algunas mejoras en lo que respecta a los quemadores utilizados en las nuevas calderas que se montaron (F-9005 A y B).

Dichos quemadores son de tipo Low NOx, y representaron un cambio importante en los valores de concentraciones de NOx detectadas en los gases de combustión provenientes de dichas calderas.

Comparación de mediciones de NOx entre Calderas Viejas y Nuevas

Los valores que sustentan la conclusión anterior son los siguientes, sobre la base de valores promedio anuales de concentraciones medidas mensualmente en los gases de combustión de las calderas

viejas (F-9001 / 2 / 3 y F-9204), vs. los valores medidos en las calderas nuevas (F-9005 A y B)

[ppm volumen*]

Año	F-9001	F-9002	F-9003	F-9204	F-9005A	F-9005B
2002	163	250	290	315	90	73
2003	268	203	282	261	73	86
2004 (1Semestre)	179	107	275	305	74	65

*Las mediciones fueron realizadas con un Enerac 2000

Claramente puede verificarse la ventaja de haber incorporado en el diseño de las calderas nuevas la utilización de quemadores Low NOx, que han permitido cumplir ampliamente con la legislación vigente para nuevas fuentes de emisión, según establece el Decreto Provincial 3395/96, regulatorio de la Ley Provincial de Protección del Aire y el Agua Ley N° 5965.

Si bien las viejas calderas no están bajo el régimen del Decreto Provincial 3395/96, está en fase proyecto el reemplazo de los quemadores de las mismas, por otros de similares características a los de las calderas nuevas, para reducir la emisión de NOx.

Emisiones Absolutas de NOx (según Bibliografía EPA)

Utilizando los factores de emisión propuestos por la Bibliografía de la EPA, y cuyo uso sugiere Dow a nivel global, los valores resultantes de emisiones absolutas de NOx en el período 1997-2003, en función de tipo y cantidad de combustibles consumidos en hornos de craqueo, calderas productoras de vapor, antorchas de plantas y otros equipos de proceso, son:

[Toneladas NOx]

Año	Plantas Etileno	Plantas Polietileno	Total del Site
1997	991	9	1000
1998	999	10	1009
1999	1099	11	1110
2000	1114	10	1124
2001	1856	64	1920
2002	1958	67	2025
2003	2009	65	2074

En función de lo anterior, los correspondientes factores de emisión de NOx, por unidades de producción, son:

[Kg. NOx / Tonelada Producción]

Año	Plantas Etileno	Plantas Polietileno	Total del Site
1997	4.57	0.04	2.25
1998	4.54	0.04	2.12
1999	4.36	0.05	2.32
2000	4.72	0.04	2.29
2001	3.3	0.14	1.87
2002	3.2	0.13	1.82
2003	2.91	0.12	1.70

CONTACTOS

Ing. M. Laura Nardini, (0291) 4591627, MLNardini@dow.com

DOW/PBBPolisur S.A.

Av. San Martín 1881 – Ing. White – Bahía Blanca (8000) – Bs. As.