

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA DE PETROLEO**



**PROYECTO TECNICO ECONOMICO PARA LA  
IMPLEMENTACION DE UN COMPLEJO PETROQUÍMICO QUE  
PRODUZCA POLIETILENO (PE) Y POLIPROPILENO (PP)  
A PARTIR DEL PROPANO OBTENIDO DE LOS LÍQUIDOS DEL  
GAS NATURAL DE CAMISEA**

## **TESIS**

Para optar el Título Profesional de :

**INGENIERO PETROQUIMICO**

Presentado por :

**JAIME QUIPUSCO ESCOBEDO**

Promoción 91 - II

**Lima - Perú  
2004**

# TITULO DE PROYECTO DE TESIS

## PROYECTO TECNICO ECONOMICO PARA LA IMPLEMENTACION DE UN COMPLEJO PETROQUÍMICO QUE PRODUZCA POLIETILENO (PE) Y POLIPROPILENO (PP) A PARTIR DEL PROPANO OBTENIDO DE LOS LÍQUIDOS DEL GAS NATURAL DE CAMISEA

### INDICE

	<u>PÁGINA</u>
<b>CAPITULO I – INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO II - RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>5</b>
<b>CAPITULO III - ESTUDIO DE MERCADO</b>	<b>10</b>
3.1 Mercado Internacional	10
3.1.1 Etileno	10
3.1.2 Propileno	11
3.1.3 Poliolefinas	12
3.1.4 Costos	15
3.1.5 Precios	16
3.1.6 Visión de los países y las empresas	17
3.1.7 Consumo de Plásticos	18
3.1.8 Exportación de Plásticos	19
3.2 Mercado Latinoamericano	21
3.2.1 Etileno	23
3.2.2 Propileno	24
3.2.3 Polietileno (PE)	25
3.2.3.1 Polietileno de Alta Densidad (HDPE)	25
3.2.3.2 Polietileno de Baja Densidad (LDPE)	26
3.2.3.3 Polietileno Lineal de Baja Densidad (LLDPE)	27
3.2.4 Polipropileno (PP)	28
3.2.5 De las nuevas inversiones en Latinoamérica	31
3.2.6 Consumos Aparentes	34
3.3 Mercado Nacional	37
3.3.1 Importaciones	37
3.3.2 Exportaciones de Plásticos	40
3.3.3 La Industria Química	42
3.3.4 Visión de Perú con respecto a la Petroquímica	43
3.3.5 Análisis FODA	43

	<b><u>PÁGINA</u></b>
<b>CAPITULO IV - DIMENSIONAMIENTO DE PLANTA</b>	<b>45</b>
4.1 Estudio de Mercado e Hipótesis	45
4.2 Del Criterio para escoger el Proceso	46
4.2.1 Breve Definición de Steam Cracking	47
4.2.2 Cargas para el proceso de Steam Cracking	47
4.2.3 Cargas para los procesos de Polimerización	49
4.3 De la Disponibilidad del Insumo - Gas Natural	54
<b>CAPITULO V - DESCRIPCION DE LOS PROCESOS                   PETROQUÍMICOS</b>	<b>57</b>
5.1 Descripción Genérica del Proceso de Steam Cracking	57
5.1.1 Reacciones de Cracking – Zona Caliente	57
5.1.2 Separación de Olefinas – Zona Fría	58
5.1.3 Tecnologías disponibles para la producción de Etileno	60
5.2 Descripción Genérica del Proceso de Polimerización	60
5.2.1 Características Generales de los Procesos de Polimerización	61
5.2.2 Tecnologías disponibles para la producción de Poliolefinas	63
5.3 Descripción Genérica de las Poliolefinas y usos	63
5.3.1 Polietileno (PE)	63
5.3.2 Polipropileno (PP)	65
<b>CAPITULO VI - CRITERIOS PARA LA SELECCION                   DE LA TECNOLOGÍA</b>	<b>67</b>
6.1 Criterios de Selección	67
6.2 Tecnología Seleccionada para producción de Etileno y Propileno	68
6.2.1 Descripción del Proceso ABB-Lummus	68
6.2.2 Características de Funcionamiento	69
6.2.3 Ventajas de la Tecnología	71
6.2.4 Cálculo para estimación inicial de costos	71

	<b><u>PÁGINA</u></b>
6.3 Tecnología Seleccionada para producción de Polietileno y Polipropileno	72
6.3.1 Descripción del Proceso Chevron-Phillips para polietileno (PE)	73
6.3.2 Descripción del Proceso Novolen Technologies para polipropileno (PP)	77
6.3.3 Ventajas de la Tecnología	80
6.3.4 Cálculo para estimación inicial de costos	81
<b>CAPITULO VII - EVALUACION ECONOMICA</b>	<b>83</b>
7.1 Consideraciones para hallar el flujo de caja	85
7.2 Consideraciones para los escenarios a analizar	86
Escenario 1	92
Escenario 2	100
Escenario 3	108
<b>CAPITULO VIII - EVALUACION PRELIMINAR DEL IMPACTO AMBIENTAL E IMPACTO SOCIAL</b>	<b>116</b>
8.1 Localización	117
8.2 Del Impacto Ambiental	117
8.3 Del Impacto Social	118
8.4 Ingeniería del Proyecto y Planeamiento	120
<b>CAPITULO IX - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>123</b>
Sección N°1 Estudio de Mercado	123
Sección N°2 Dimensionamiento de Planta	126
Sección N°3 Evaluación Económica	127
Sección N°4 Evaluación Ambiental y Social	127
Sección N°5 Recomendaciones	128
<b>RELACION DE ANEXOS</b>	
Anexo N°01	<b>132</b>
Anexo N°02	<b>150</b>
Anexo N°03	<b>154</b>
Anexo N°04	<b>157</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>166</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>172</b>

# CAPITULO I

## INTRODUCCION

Las oportunidades de desarrollar nuevas aplicaciones con el gas natural a partir de la llegada del Gas de Camisea a la costa son muchas. Las empresas tendrán que adecuarse directa o indirectamente al nuevo cambio (económico como técnico) que involucra la operación de esta materia prima.

Este cambio asegura que esta tan esperada llegada traiga consigo beneficios sociales, ambientales y económicos a nuestro país. Pero ampliando más la visión económica de las aplicaciones podemos preguntarnos en concreto ¿Cómo podemos aprovechar esta operación desde el punto de vista petroquímico? ¿En base a los productos o derivados que nos proporciona el gas podemos generar mayor rentabilidad y/o darle un mayor valor agregado del cual ya tiene al ser extraído y/o fraccionado? ¿Podemos encontrar alguna manera de aprovechar técnica y comercialmente parte de esto, para obtener mayores beneficios económicos y sociales sin perjudicar nuestro medio ambiente?.

La respuesta es que existen muchas formas de aprovechar estos derivados. La transformación de los mismos en otros productos de mayor valor a través de procesos petroquímicos nos ayuda a encontrar aquellos que por su rentabilidad sean interesantes.

Este trabajo se inició investigando el movimiento de los mercados a los cuales pertenecen los productos petroquímicos finales en el Perú, entre los que podemos mencionar los mercados de fertilizantes, los de surfactantes, los de fibras, los de resinas para plásticos, los de solventes, entre otros.

De todos estos segmentos de mercado se escogieron aquellos cuyo movimiento comercial (importación) es fuerte y frecuente, encontrando productos petroquímicos como la urea, metanol y polímeros como el polietileno (PE), polipropileno (PP), PVC y acrílicos.

La oportunidad de contar con insumos (líquidos del gas natural de Camisea) nos inclinó a pensar en el PE y el PP, los cuales son productos que se obtienen a partir de derivados del petróleo como la nafta, o derivados de los líquidos del gas natural como etano, propano y butano.

Los productos plásticos como envases, botellas, películas, frascos, bolsas, etiquetas y tubos, entre otros, son producidos a través de procesos físico-químicos. Estos productos necesitan como materia prima una variedad de insumos para lograr las características deseadas y/o especificaciones técnicas necesarias que deben cumplir para ser colocados en el mercado. Dos de los más importantes insumos para la fabricación de estos productos son el PE y el PP.

La Petroquímica nos enseña a través de un diagrama simplificado como se obtienen estos insumos y productos finales desde la zona productiva de un yacimiento de gas. Véase Gráfico N°I-1

El gas proveniente de un yacimiento es conducido a una **Planta de Separación** donde a través de un proceso de turbo expansión es dividido en dos grandes corrientes gas natural (metano y etano) y líquidos del gas (mezcla de propano, butano y demás pesados). A través de un **Proceso de Fraccionamiento** estos líquidos pueden ser separados en sus derivados, los cuales se aprovechan en forma independiente o conjunta para producir PE y PP en un **Complejo Petroquímico**. El PE y PP son insumos de la **Industria de los Plásticos**, que a través de otros procesos de manufactura fabrican los productos plásticos antes mencionados.

Es por esto que el nombre de este trabajo es:

“Proyecto Técnico Económico para la implementación de un **Complejo Petroquímico** que produzca PE y PP a partir del propano obtenido de los líquidos del Gas Natural de Camisea”

con el objetivo de suministrar estos productos al mercado nacional (el cual viene siendo atendido por productos importados) y exportar al mercado latinoamericano; ayudando indirectamente a mejorar las exportaciones de productos plásticos terminados, que en Perú tienen muy buena calidad en comparación con los producidos en Colombia, Venezuela, Ecuador y Centro América.

## 1. OBJETIVO

El objetivo de esta tesis es evaluar este proyecto incidiendo en la parte técnico económica como principal sustento de su factibilidad, no sin dejar de tener presente la parte ambiental y social, las cuales han sido presentadas de una forma general.

Este complejo se ubicaría muy próximo a la Planta de Fraccionamiento de los líquidos del Gas Natural de Camisea, en Pisco, haciendo posible la integración técnica y económica entre ambas (Fraccionamiento y Complejo Petroquímico), integración que se reflejará en forma de reducción de costos para la empresa (mantenimiento, recurso humano, logística, medio ambiente) y de beneficios para las provincias, regiones y nuestro país. Esta reducción de costos aumentaría si nos vemos favorecidos, en el mejor de los casos, con nuevos descubrimientos de yacimientos de gas.

Por lo tanto, el trabajo estudiado, analizado y desarrollado ha pasado de ser una idea a ser una propuesta sustentada y estructurada que se detalla con información del mercado real, actual (nacional e internacional), con información y cálculos de ingeniería, con criterios recogidos de bibliografía y de experiencia personal (para la interpretación de información de fuentes primaria y secundaria), hasta el necesario análisis económico no sin olvidarnos de revisar, en forma preliminar, el impacto ambiental y social que generaría este tipo de industria.

Toda esta labor nos lleva a la conclusión de que la implementación de este **Complejo Petroquímico** es viable desde el punto de vista técnico, económico, ambiental y social, beneficiando directamente a nuestra Balanza Comercial reduciéndose las importaciones de estos productos y creciendo a nivel de exportaciones.

Se ha tratado de dar un valor agregado al trabajo incluyendo en las Recomendaciones (Capítulo X) un enunciado propuesto de la Misión y Visión que debería llevar esta empresa, las cuales deben ser los cimientos en que se debe apoyar su filosofía, cree cultura para que pueda lograr lo que desea, crezca y sea rentable a lo largo de toda su vida útil de operación.



## CAPITULO II

### RESUMEN EJECUTIVO

#### **De los Procesos y la Materia Prima**

El **Gráfico N°I-1** muestra que de un yacimiento de gas natural se puede obtener gas natural y sus respectivos líquidos como corrientes independientes procesados por una **Planta de Separación**. Los líquidos pueden ser sub-divididos en más productos (derivados) por medio de una **Planta de Fraccionamiento**. Uno de estos derivados es el propano el cual puede ser transformado a través de un **Complejo Petroquímico** en Polietileno (PE) y Polipropileno (PP) los cuales son insumos de la **Industria de los Plásticos** para la fabricación de productos como envases, botellas, películas, frascos, bolsas, etiquetas y tubos, entre otros.

#### **Objetivo**

Sabiendo que el Consorcio Camisea explotará los recursos del Lote 88 desde la extracción del gas natural hasta la separación de los líquidos en la Planta de Fraccionamiento en Playa Lobería – Pisco, se propone la construcción e integración de un Complejo Petroquímico, el cual produzca PE y PP que sirva como insumos para la industria de plásticos tomando como materia prima el propano que produzca la planta de fraccionamiento antes mencionada. La integración se reflejará en forma de reducción de costos para la empresa (mantenimiento, recurso humano, logística, medio ambiente).

Por lo tanto, el objetivo de esta tesis es evaluar este proyecto incidiendo en la parte técnica económica como principal sustento de su factibilidad, no sin dejar de tener presente la parte ambiental y social, las cuales han sido presentadas de una forma general.

#### **Del Mercado**

En el mercado peruano, la totalidad de PE y PP son importados de EEUU, Chile, Corea y Argentina, entre otros.

El estudio de mercado realizado nos muestra que las importaciones de PE y PP están valorizadas en un promedio de US\$ 100 Millones por año para el mercado nacional el cual creció en un promedio de 5 por ciento anual en los últimos 3 años (el 80 por ciento de este valor fue importado por medianas y pequeñas empresas).

El mercado internacional latinoamericano para el PE y PP está en el orden de US\$ 4,500 a US\$ 5,000 Millones por año mostrando un crecimiento de 6 por ciento anual en promedio.

Los productos plásticos terminados en Perú tienen muy buena calidad en comparación con los producidos en Colombia, Venezuela, Ecuador, y Centro América, es una ventaja competitiva indirecta que haría crecer el mercado de PE y PP.



## Del Complejo Petroquímico

El **Gráfico N°II-1** nos muestra por medio de un diagrama de bloques el proceso para la transformación del **propano** a **PE** y **PP**. Esta transformación se ejecutaría en un Complejo Petroquímico el cual constaría de una (1) planta de Steam Cracking y dos (2) plantas de Polimerización cuyos tamaños y valorizaciones se dan en la Tabla N°II-1, se han dimensionado tomando en consideración el tamaño de los mercados (nacional e internacional), cálculos de ingeniería de procesos y disponibilidad de la materia prima (propano).

**Tabla N°II-1**  
**Costos de Planta a ser Implementadas**

<b>Planta de</b>	<b>Tamaño</b> Tm/año	<b>Máximo Costo</b> ISBL/OSBL US\$ Millones
Steam Cracking	250,000	198.0
Polimerización para PE	250,000	92.0
Polimerización para PP	110,000	63.2

Estas plantas trabajarían al 80 por ciento de su capacidad instalada para que pueda cubrir el 70 por ciento del mercado nacional y el 1.6 por ciento del mercado Latinoamericano. Abasteciéndose en 60 por ciento de su materia prima (propano) de la Planta de Fraccionamiento de Playa Lobería – Pisco y lo faltante de algún proveedor nacional o internacional. En el mejor de los casos, con nuevos descubrimientos de yacimientos de gas, los costos serían favorecidos.

## De los Beneficios

El desarrollo industrial en Petroquímica con tecnología de punta, la creación de nuevos puestos de trabajo, desarrollo de la comunidad próxima al proyecto, la generación de mayor valor agregado a la materia prima y la disminución de la salida de divisas con la consecuente mejora de la Balanza Comercial son una muestra de los benéficos que traería esta nueva industria.

## Del Medio Ambiente

La tecnología escogida nos asegura todo tratamiento a los residuos y emisiones generadas durante la operación del complejo, costo incluido en OSBL (Outside Battery Limits – Costos fuera de los límites de la batería), llevándose a cumplir con los límites máximos permisibles exigidos a nivel internacional.

## Del Análisis Económico

El análisis se estimará en tres escenarios distintos, uno de bajo optimismo (condiciones actuales), otro de mediano optimismo y otro muy optimista tomando en cuenta también reducciones de costos por negociaciones con los licenciatarios de la tecnología y la propuesta del Gobierno Peruano de incentivar las inversiones a través

de la Ley de Promoción de la Inversión de Plantas de Procesamiento de Gas Natural, Ley 28176, entre otros.

Del estudio económico podemos resumir que los valores encontrados para los escenarios creados muestran significativos resultados. Por ejemplo, con lo mencionado en el Capítulo VII y las siguientes consideraciones:

- para un escenario de Mediano Costo, alrededor de 400 MMUS\$ de inversión;
- aplicando la Ley 28176, de Promoción de la Inversión (Recuperación Anticipada del Impuesto General a las Ventas, entre otros beneficios);
- produciendo a un 90% de capacidad instalada, a 230 MTm/año de Polietileno (PE) y 100 MTm/año de Polipropileno (PP);
- vendiendo a un 10% de aumento sobre los precios de referencia de los productos, a US\$ 957.00 y US\$ 902.00 por tonelada para el PE y PP respectivamente; y
- con un aumento de 15% sobre el precio de la materia prima, a US\$ 174.80 por tonelada de propano,

se obtiene los resultados para los siguientes índices:

<b>VAN (MM\$)</b>	<b>12%</b>	272.71
	<b>20%</b>	63.57
<b>TIR (%)</b>		16.57
<b>PAY OUT (años)</b>		4

La descripción del flujo de caja, para este escenario en particular, se muestra en la Tabla N°II-2. Estimaciones satisfactorias si se compara con lo solicitado por los inversionistas para la Compañía Minera Antamina S. A. en 1996, los cuales solicitaban un TIR mínimo de 12.4 por ciento para este proyecto.

Desde el punto de vista país, favorecidos por legislaciones que facilitan, promocionan e incentivan la implementación de esta clase de industrias, por empresas ávidas de invertir en nuevos proyectos y por el aumento de nuestras exportaciones **se concluye que esta propuesta** estudiada, analizada y desarrollada **es viable** desde los puntos de vista de mercado, técnico, económico, medio ambiental y social.





## Complejo Petroquímico

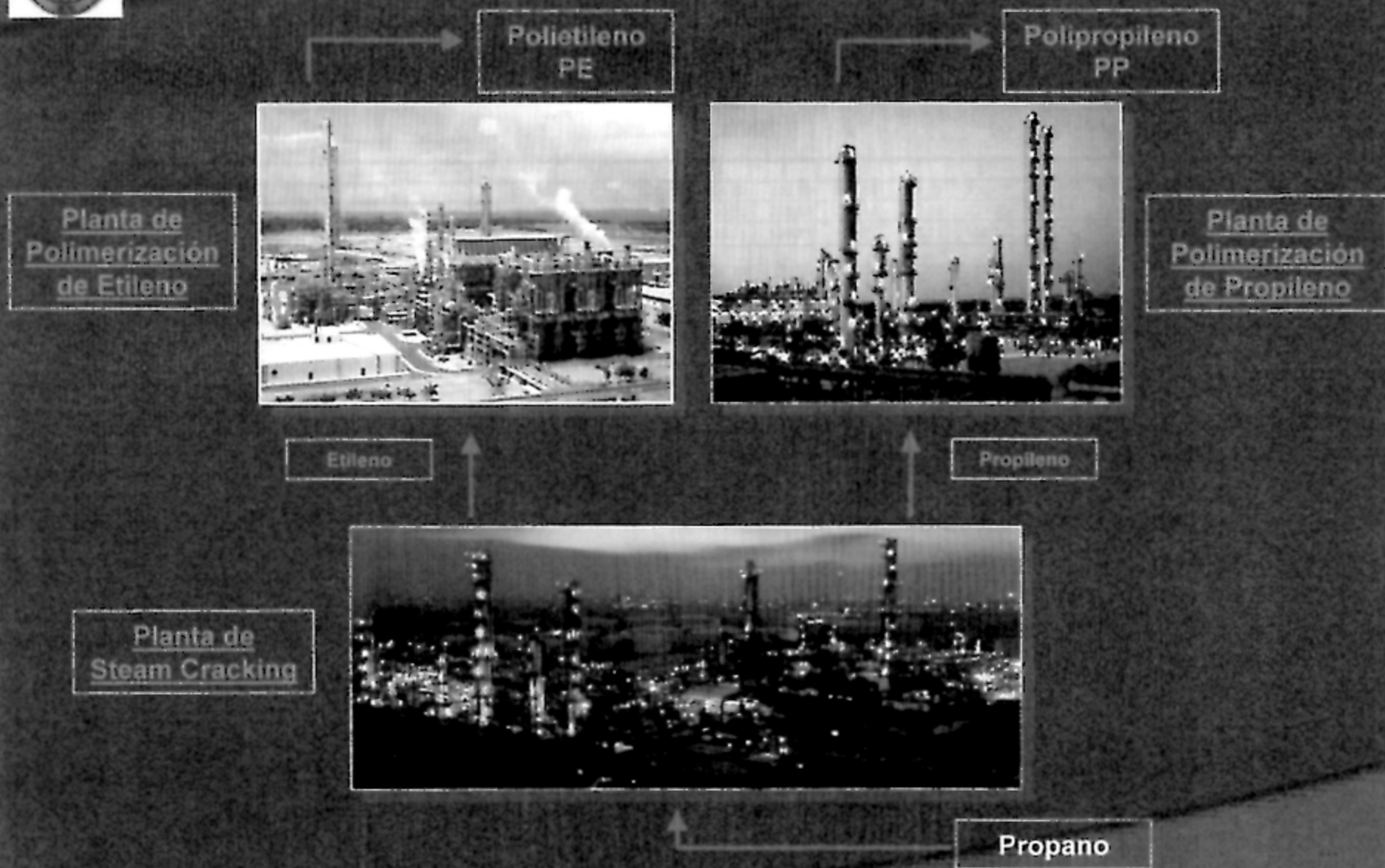


Tabla N°II-2

Flujo de Caja (MM\$)

		INVERSIÓN																		
Año de Operación		-4	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Ingresos (Ventas)					309.69	309.69	309.69	309.69	309.69	309.89	309.89	309.89	309.68	309.68	309.69	309.69	309.69	309.69	309.69
2	Egresos					203.98	203.98	203.98	203.98	203.88	203.98	203.98	203.98	203.98	203.98	153.84	153.84	153.84	153.84	153.84
3	Utilidad Bruta					105.71	105.71	105.71	105.71	105.71	105.71	105.71	105.71	105.71	105.71	155.85	155.85	155.85	155.85	155.85
4	Gastos Operativos (de Ventas, Generales y administrativos)	-4	-12	-17	-17	30.80	30.80	30.60	30.60	30.80	30.80	30.80	30.80	30.80	30.60	30.80	30.60	30.60	30.60	30.60
6	Utilidad Operativa					75.11	75.11	75.11	75.11	75.11	75.11	75.11	75.11	75.11	75.11	125.25	125.25	125.25	125.25	125.25
8	Impuestos (30% UD)					22.53	22.53	22.53	22.53	22.53	22.53	22.53	22.53	22.53	22.53	37.57	37.57	37.57	37.57	37.57
7	Utilidad Operativa después de impuestos					52.58	52.58	52.58	52.58	52.58	52.58	52.58	52.58	52.58	52.58	87.67	87.67	87.67	87.67	87.67
8	Depreciación					50.14	50.14	50.14	50.14	50.14	50.14	50.14	50.14	50.14	50.14					
9	Capital de Trabajo				-15.21															
10	Inversiones	-55.13	-86.55	-101.26	-101.26															
11	Flujo de Caja	-59.13	-98.55	-118.26	-118.26	102.72	102.72	102.72	102.72	102.72	102.72	102.72	102.72	102.72	102.72	87.67	87.67	87.67	87.67	87.67

VAN (MMUS\$) al 12% 272.71

VAN (MMUS\$) al 20% 63.57

TIR 18.57%

Tiempo de Recuperación de la Inversión  
PAY - OUT : 4.0 años

## CAPITULO III

### ESTUDIO DE MERCADO

#### **3.1 Mercado Internacional**

Debido a que la visión de la implementación de este complejo pasa por dos grandes etapas la producción de olefinas como el etileno y propileno y luego la producción de poliolefinas como el polietileno y el polipropileno, se analizará en lo posible cada uno por separado al igual que al mercado de plásticos al cual van dirigidos estos productos como insumos.

La información que, a continuación, se menciona ha sido extraída de publicaciones de la Chemical Market Associates, Inc. (CMAI), International Traders Publications, Inc. (ITP), Probe Economics, Inc. y Chem Systems que es parte de Nexant Petroleum Chemicals, cuyos vínculos pueden ser encontrados en la parte de Bibliografía.

##### **3.1.1 Etileno**

A nivel mundial, la demanda de etileno creció en un promedio anual de 5,1 por ciento en el período 1998 al 2003. El pronóstico de las capacidades adicionales y totales se muestra en las Tablas N°III-1 y N°III-2.

Los pronósticos apuntan que el uso más intensivo (altas capacidades de producción) de las plantas de etileno se dará en el 2005 lo que causará producciones crecientes y altos márgenes de ganancia en el 2006 y 2007, pero capacidades adicionales se integrarán en Medio Oriente y China reduciendo estos márgenes en el 2008.

**Tabla N°III-1**

#### **Capacidades Adicionales de Etileno en el Mundo (Miles de Tm)**

<b>Región</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>Nueva Capacidad 99 - 03</b>	<b>%</b>
Norte América	1,234	961	2,200	990	780	6,165	27%
Sud América	138	337	630	70	0	1,175	5%
Europa Occidental	285	648	653	982	340	2,908	13%
Europa Oriental	50	0	100	265	276	691	3%
Antigua Unión Sov.	0	0	150	0	215	365	2%
Medio Oriente	275	667	1,590	1,343	345	4,220	18%
Africa	10	10	298	43	0	361	2%
India Sub-continental	50	1,080	100	0	0	1,230	5%
Nor-Este Asiático	961	666	490	933	390	3,440	15%
Sud-Este Asiático	580	275	1,000	795	0	2,650	11%
<b>TOTAL</b>	<b>3,583</b>	<b>4,644</b>	<b>7,211</b>	<b>5,421</b>	<b>2,346</b>	<b>23,205</b>	<b>100%</b>

Fuente: CMAI

**Tabla N°III-2**

**Capacidades Totales de Etileno en el Mundo (Miles de Tm)**

<b>Región</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>%</b>
Norte América	31,630	32,591	34,791	35,781	36,561	32%
Sud América	3,594	3,931	4,561	4,631	4,631	4%
Europa Occidental	20,705	21,353	22,006	22,988	23,328	21%
Europa Oriental	2,520	2,520	2,620	2,885	3,161	3%
Antigua Unión Sov.	3,776	3,776	3,926	3,926	4,141	4%
Medio Oriente	6,413	7,080	8,670	10,013	10,358	9%
Africa	1,190	1,200	1,498	1,541	1,541	1%
India Sub-continental	1,456	2,536	2,636	2,636	2,636	2%
Nor-Este Asiático	18,239	18,905	19,395	20,328	20,718	18%
Sud-Este Asiático	4,434	4,709	5,709	6,504	6,504	6%
<b>TOTAL</b>	<b>93,957</b>	<b>98,601</b>	<b>105,812</b>	<b>111,233</b>	<b>113,579</b>	<b>100%</b>

Fuente: CMAI

El análisis del período 1998 - 2008 estima que Medio Oriente incrementaría su participación a nivel mundial en capacidad de etileno de 7 a 16 por ciento, basado principalmente en la alimentación de etano a muy bajo costo. Con una pequeña población local y bajo nivel de consumo, el etileno y sus derivados serán exportados a otros mercados mundiales.

En los próximos cinco años se espera la construcción de nuevos complejos industriales en Asia con alimentación de etileno, la mayoría de ellos estarán ubicados en China, las cuales son, en su mayoría, Joint Ventures (empresas conjuntas) con transnacionales petroleras y petroquímicas.

### **3.1.2 Propileno**

Cerca de 50,2 millones de toneladas por año de propileno grado polímero (PG), específicamente para polimerización y grado químico (CG) se produjeron en el 2002 en el mundo, la mayoría como subproducto del etileno.

Cerca del 70 por ciento de este propileno son generados por steam cracking, 28 por ciento por las unidades de refinería FCC, y 2 por ciento por dehidrogenación o metátesis (transalquilación) del propano.

Durante los próximos 15 años, se estima que el crecimiento en propileno PG/CG del mundo se produzcan vía steam cracking y que la industria petroquímica crezca en promedio cerca de 4,2 por ciento por año.

Las tres regiones más grandes que producen propileno PG/CG son Europa, Norte América y Asia. Esto es debido a su alta densidad poblacional, economías maduras y una base relativamente grande en producción de steam cracking.

En la mayoría de las regiones del mundo, la demanda petroquímica de propileno está creciendo más rápidamente que la demanda de etileno. Consecuentemente, la construcción de plantas para resolver esta nueva demanda no será suficiente, particularmente en el período 2005-2015.

En referencia a los precios del propileno se espera se moderen ligeramente en el 2004, sin embargo, la demanda de derivados del propileno comenzará a crecer este año causando probablemente una transición en el aumento del precio entre el 2005 y 2007. Como en años previos, el incremento en el precio del propileno coincidirá con los incrementos en el precio del etileno.

Año tras año, el precio del propileno ha sido cíclico con precios relativamente bajos cuando la relación oferta/demanda es alta y relativamente elevados cuando el equilibrio de oferta/demanda se reduce. La longitud del ciclo entre los picos de precios elevados y bajos es típicamente cerca de cinco a siete años.

Puesto que la materia prima y los gastos de explotación variables asociados a todos los procesos de producción del propileno son afectados perceptiblemente por valores de la energía, los precios absolutos son también influenciados por esta variable.

### **3.1.3 Poliolefinas**

Las poliolefinas están compuestas principalmente por Polietileno de Alta Densidad (HDPE), Polietileno de Baja Densidad (LDPE), Polietileno Lineal de Baja Densidad (LLDPE) y Polipropileno (PP). Todo este grupo representa el segmento más grande del negocio de termoplásticos.

Según CMAI, en el 2003 se consumieron aproximadamente 92 Millones de Tm. de poliolefinas, que **representa el 63%** del consumo total de resinas a nivel mundial. Aun así, esta industria continúa desarrollándose y se estima una demanda creciente en el 2004.

Recientes proyecciones para esta industria indican que para los próximos años estará influenciada por una gama de variables externas incluyendo el conflicto en Irak, la extensión del Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS brote global en julio de 2003 después de aparecer primero en China meridional en noviembre de 2002), la lenta recuperación económica de Norte América, la influencia de la ola de incrementos de capacidad en el Medio Oriente, los mercados energéticos volátiles y el rol de China en el comercio de las resinas y productos terminados.

Por ejemplo, el 2002 fue un año pobre en su totalidad para las poliolefinas y terminó bajo la sombra de una guerra anticipada en el Medio Oriente, con precios del petróleo sobre US\$ 30 por barril. Pero, el viernes 15 de octubre del 2004 durante la sesión de la Bolsa de Nueva York el precio del barril se cotizó a 55 dólares (159 litros). Los contratos para noviembre del petróleo Brent (International Petroleum Exchange) concluyeron la sesión en Londres, para esta fecha, también con un precio récord, al situarse en 51.50 dólares. Las cifras sobre reservas de petróleo y otros combustibles almacenados en Estados Unidos, son decisivas en la orientación de los precios y, a corto plazo, estos datos reavivan la inquietud del mercado acerca de una posible escasez de oferta de materia prima para atender la elevada demanda que se prevé con la entrada de la época invernal en EEUU.

Es comprensible, que la demanda de poliolefinas sea afectada por estos factores. Las ampliaciones de plantas (materia prima y producto final) en Irán, más el futuro potencial de Irak asegurarán que la región continúe desempeñando un papel

importante en el negocio de las poliolefinas.

En América Latina, factores como los tratados esperados TLC, MERCOSUR y ALCA, las recientes propuestas de Bolivia con respecto a su salida al mar y sus propuestas de inversión conjunta con Brasil respecto al tema Petroquímica, así como los factores externos como una huelga general en Venezuela en el 2002 (que agregó presión ascendente al precio del petróleo) son los que directa o indirectamente afectan este mercado. Todo esto ha tenido un impacto sobre el clima económico global, con las poliolefinas incapaces de escapar de estos efectos en los mercados de uso final.

Las influencias externas anteriormente mencionadas afectan considerablemente los precios de la materia prima (nafta petroquímica, etano, propano) y, hacer frente a la volatilidad extrema se ha convertido en una forma de vida para los productores de poliolefinas; es así que, por ejemplo, un aumento en estos precios presiona a los productores a que rápidamente suban sus precios para preservar sus márgenes. Estas presiones han cambiado la manera de la cual algunos sectores de la industria funcionan con respecto a sus costos y a sus estrategias de venta.

El polipropileno (PP) es dentro de los grandes termoplásticos, aquel cuya demanda ha crecido más en los últimos tiempos. En sólo 20 años la capacidad mundial instalada (y la demanda) creció más de cinco veces, lo que equivale a una tasa de crecimiento anual acumulativa, en ese período, cercana al 10 por ciento. La capacidad mundial instalada (fines del 2002) era de alrededor de 38 MM Tm. Más de un 35 por ciento de dicha capacidad se encuentra localizada en Asia, un 30 por ciento en Europa y un 25 por ciento en Estados Unidos y Canadá. Latinoamérica, a pesar de contar con plantas de PP en varios países no posee una capacidad significativa a nivel mundial y la misma sólo representa un 6 por ciento del total instalado.

Se espera que el consumo per capita mundial para las resinas del PE y del PP crezca los próximos años en un **mínimo de 6 por ciento anual**. La demanda de LLDPE mostró la tarifa de crecimiento global más alta entre los años 1998 y 2002 (8,3 por ciento). El consumo per capita mundial del PE (en todas sus formas) apunta a crecer de 9 a 11 kilogramos en el período del 2001 al 2006. Esto representa un aumento sobre 22 por ciento durante este período.

Según CMAI, las instalaciones de producción de PE y PP que son construidas actualmente son perceptiblemente más grandes que hace algunos años. Entre los años 2001 y 2006, casi 16 millones de Tm de nueva capacidad del PE (en todas sus formas) vendrán en corriente por todo el mundo. El incremento en capacidad también se planea en Medio Oriente entre el 2004 y 2006.

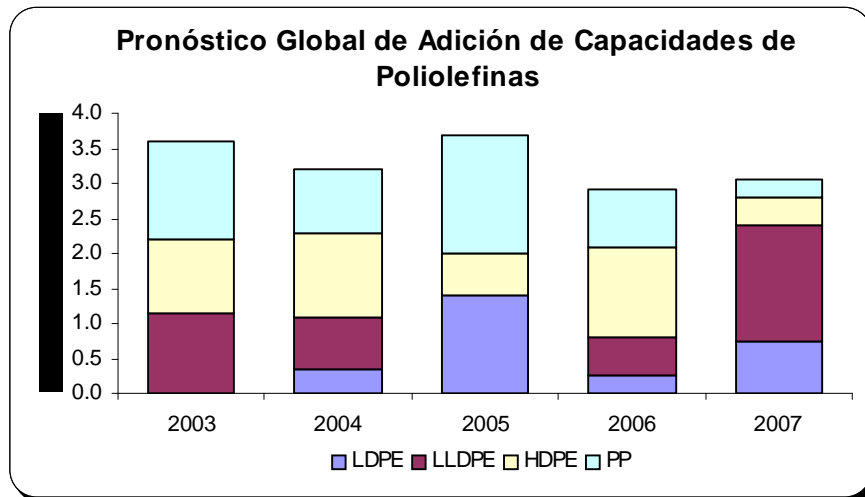
Se pronostica que la capacidad mundial del PP aumentará cerca de 7 millones de Tm entre los años 2001 y 2006. Norte América, Europa y Asia representan en su mayoría esta nueva capacidad.

Así como con el PE, las nuevas instalaciones de PP que actualmente son construidas son 1.5 a 2 veces más grandes y flexibles que hace menos de cinco años.

El pronóstico en capacidad adicional de las poliolefinas se resumen en el Gráfico N°III-1, adiciones que principalmente se darán en el continente asiático.



**Gráfico N°III-1**



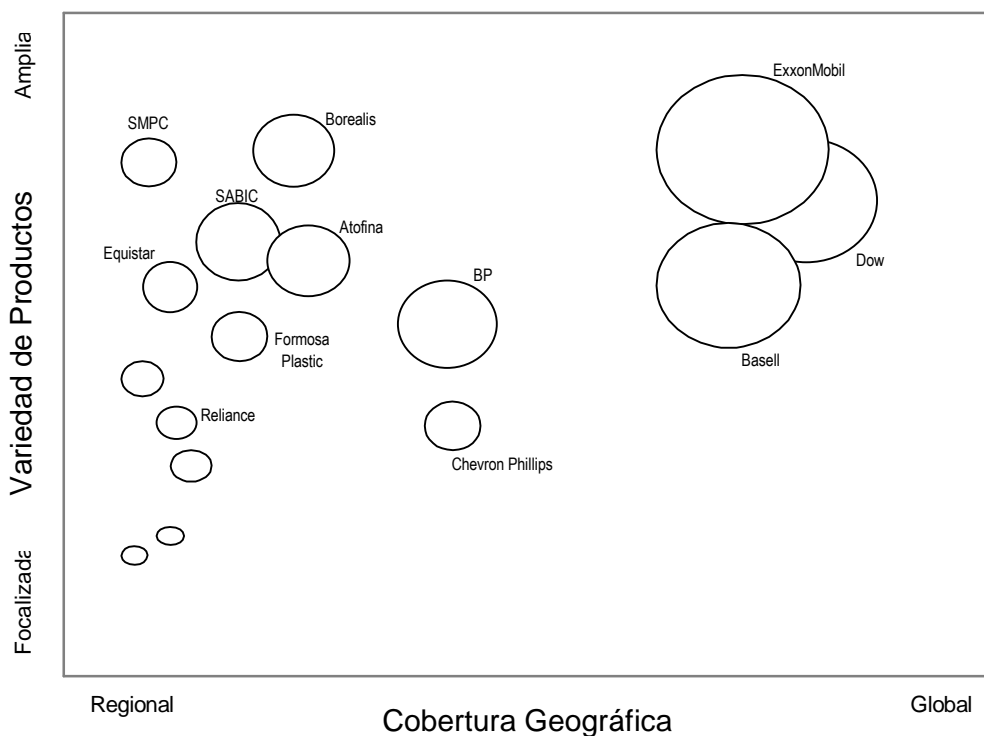
Fuente: Chem Systems

Del Gráfico N°III-1, se puede deducir que las adiciones en capacidad están proyectadas para funcionar aproximadamente a 3 MM de Tm. adicionales por año de la capacidad actual de poliolefinas, teniendo al HDPE y al PP presentes en los siguientes cuatro años adelantándose a los pronósticos de crecimiento.

El Gráfico N°III-2 muestra que hay pocas compañías de poliolefinas que pueden jactarse de tener amplia cobertura en todos los productos y cubrir todas las regiones.

**Gráfico N°III-2**

**Variedad de Poliolefinas VS. Cobertura Geográfica**  
Compañías Líderes 2002



Fuente: Chem Systems

Siendo más descriptivos con el gráfico anterior podemos mencionar que, por ejemplo, Exxon/Mobil, Dow y Basell son empresas que tienen la mayor cobertura geográfica a nivel global ofreciendo una amplia gama de productos exigidos por la demanda de estos mercados, o dicho de otro modo la visión y participación de estas empresas está dirigida a mercados grandes. Esta es una oportunidad y ventaja para aquellas empresas que según su visión estarían proyectando dirigir sus inversiones a regiones pequeñas y focalizar su variedad de productos con el fin de copar esos pequeños o medianos nichos de mercado ganando terreno específicamente por el factor entrega (despacho) y precio.

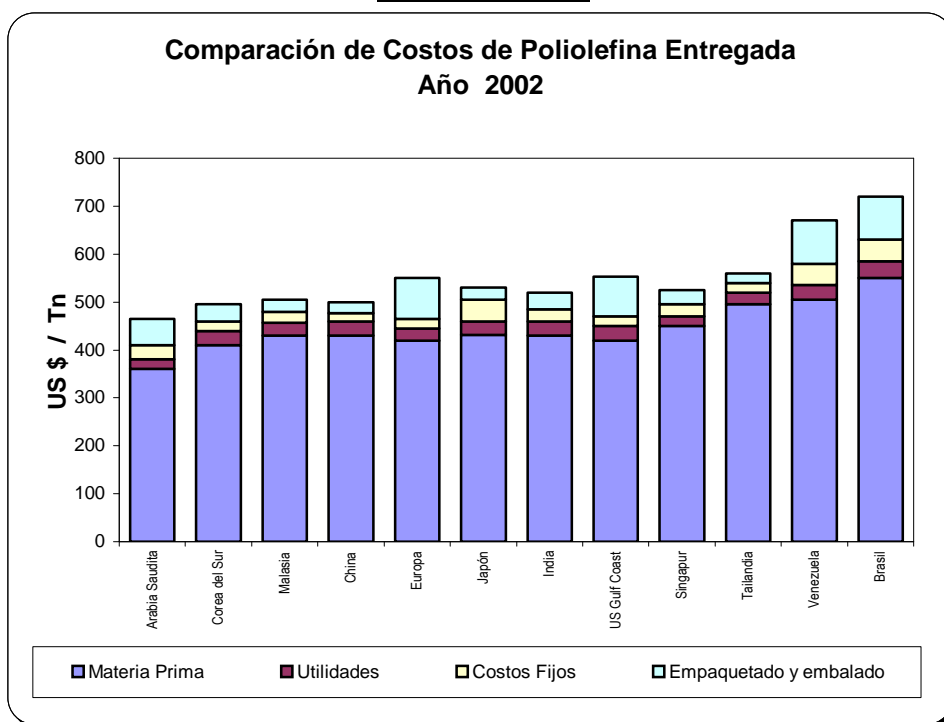
Un ejemplo para desarrollar productos finales puede ser el mercado peruano donde todas las poliolefinas son importadas. La instalación de una industria de este tipo podría ser estratégica considerando que sería la única empresa productora en el país.

Esta referencia de desarrollo regional se tomará como una de las bases para determinar la posibilidad de construir una instalación similar en el Perú.

### 3.1.4 Costos

La competitividad de los costos de materia prima y de producción es una preocupación dominante para los productores de poliolefinas y es quizás el factor determinante del éxito en esta industria. Ver Gráfico N°III-3.

**Gráfico N°III-3**



Fuente: Chem Systems

De este gráfico se deduce que el mayor porcentaje del costo para la producción de poliolefinas es la materia prima (olefinas), teniendo a los países de Asia liderando este aspecto, liderazgo que obtienen por ser productores de esta materia prima y estar integrados desde la producción en pozo hasta la petroquímica. El empaquetado y

embalado también juega un papel importante observando que los países latinoamericanos presentes en esta gráfica tienen costos altos en este aspecto.

Las localizaciones elegidas para las nuevas inversiones cada vez más se están polarizando entre dos puntos, primero las regiones donde la materia prima es una ventaja, tal como Medio Oriente, y segundo donde los mercados de consumo de productos de uso final (plásticos) son mayores, tales como China.

Se entiende generalmente que el petróleo crudo es un commodity global (como el precio del oro, plata, azúcar, algodón, maíz, trigo), influenciado por las variables externas (véase el punto 3.1.3) que van más allá de la oferta y de la demanda. Lo que implica variaciones en sus precios de venta.

El gas natural, sin embargo, se ve como un commodity país y/o regional con los precios establecidos por factores locales específicos. Lo que implica, no necesariamente, estabilidad de precios. Por lo tanto, la oportunidad existe en costos efectivos para producir poliolefinas basadas en la alimentación de los líquidos del gas natural (o mejor dicho sub-productos del gas natural) en mercados locales.

Este costo competitivo relativo de las diferentes regiones es uno de los factores dominantes del comercio internacional en poliolefinas.

### **3.1.5 Precios**

Los costos son muy importantes a la hora de determinar los precios. Por lo general, a nivel internacional el precio de las poliolefinas se comportan como un commodity manteniendo un único precio a nivel internacional. Por cada 10 por ciento de incremento en el precio del crudo los precios de estos productos químicos pueden incrementarse cerca de 2 a 2.5 por ciento.

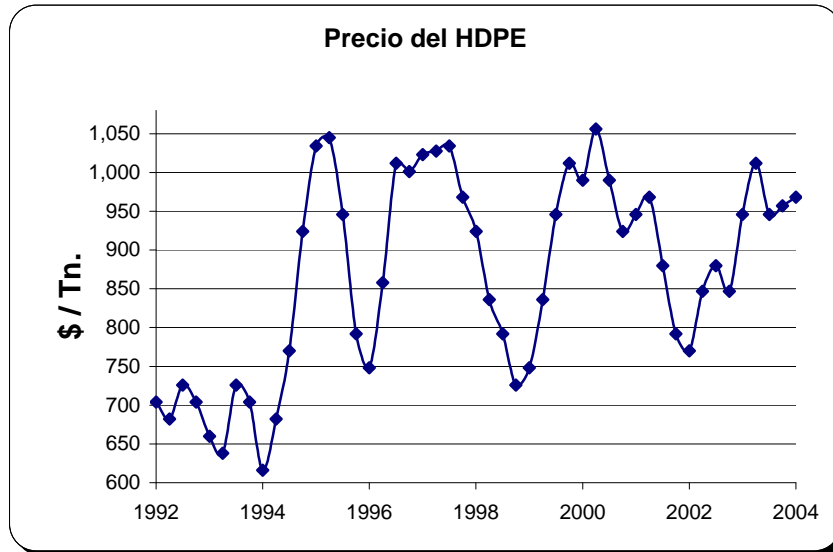
Desde el punto de vista externo estos precios son afectados en su mayoría por los cambios políticos, la demanda, el movimiento global de la economía, el análisis estratégico empresarial previo y las decisiones internacionales con respecto al medio ambiente.

Los precios de los insumos, los costos de los suministros de energía, los costos de producción, los márgenes esperados, la capacidad de planta, la utilización de la capacidad instalada, entre otros, son los factores internos que determinan los precios.

A nivel internacional las empresas analizan todos estos factores ayudados por herramientas de gestión como es el caso del ABC Costing y el Balance Score Card entre otros para conocer en tiempo real sus costos, tomar decisiones en sus ajustes de precios y controlar sus márgenes.

El Gráfico N°III-4 muestra las oscilaciones del precio del HDPE en los últimos 12 años y refleja su tendencia fluctuante pero creciente.

**Gráfico N°III-4**



Fuente: Probe Economics, Inc.

Esta tendencia también la comparte el LDPE y el PP. Estos son precios referenciales con los cuales se hacen estimaciones de compra/venta, pero son sensibles al cambio en cada región por las variables externas que antes mencionamos.

### 3.1.6 Visión de los países y las empresas

La naturaleza global del mercado juega un rol importante. En el mercado de hoy los países que tienen acceso a la integración (consolidación o combinación) de etapas productivas del petróleo (o gas), petroquímica básica y productos finales poseen una gran ventaja competitiva. Debido al uso de esta materia prima que se transforma en productos terminados (desechables y no durables) el crecimiento esperado está muy vinculado al sector manufactura de plásticos. La consolidación de estas industrias continúa cambiando el panorama en el mercado.

Las mega-fusiones globales entre los competidores integrando la cadena de valor del petróleo o gas natural (como por ejemplo Exxon-Mobil, Chevron-Phillips) han traído como consecuencia el control de pocas compañías; pero la industria tiene, aun así, más potencial para su consolidación. Estas compañías petroleras han trasladado sus operaciones químicas al downstream eliminando intermediarios y mejorando márgenes. Esta tendencia global en consolidaciones las ayuda a colocarse mejor para competir mientras que las barreras comerciales y la dinámica del mercado cambia.

Según CMAI, no cabe duda que el entorno continúa cambiante y que podría haber una mejora en la dinámica oferta/demanda que indican márgenes máximos para el 2005.

Para el mercado mundial del PE se prevé un déficit de 8 millones Tm./año, los cuales serán cubiertos por proveedores mundiales crecientes como Corea y el Medio Oriente. La demanda está destinada en gran medida a producción de productos transformados que luego se exportan (bolsas, films, juguetes, etc.).

Se visualiza un aumento de capacidad de producción en Medio Oriente, que implica

exportaciones de resinas poliméricas a China y Europa y de bolsas y películas de Asia a EE.UU. y Europa. Debido a esto en EE.UU. los productores de bolsas piden tasas adicionales para productos de China, Malasia y Tailandia y no hay planes específicos para nuevas plantas de PE y PP en los EE.UU. En el largo plazo, EE.UU. no será competitivo en petroquímica, especialmente como exportador, debido a que su producción se está orientando en abastecer su mercado interno.

A nivel internacional, el balance comercial de los termoplásticos cambió de un valor positivo de 894 millones de dólares en el año 2000 a un déficit de 1.400 millones de dólares en el año 2002. Por esto y lo analizado anteriormente, expertos de ITP y CMAI pronostican lo siguiente para la industria petroquímica partir del 2004:

- El producto bruto interno de USA se recuperará.
- Los precios de la energía se estabilizarán.
- China seguiría creciendo al 6% anual por los próximos 5 años, (estaría restringida en el suministro y exigida en la demanda)
- Las exportaciones petroquímicas de USA declinarán para abastecer su mercado creciente.
- El proceso de consolidación y reestructuración del sector poliolefinas continuará.
- La industria petroquímica se encamina a una recuperación con un pico en el 2005.
- En los 90 se construyó más capacidad de la necesaria, mientras que los malos resultados económicos limitarán las expansiones en Europa y Estados Unidos, por lo menos hasta 2007.
- Las plantas más antiguas e ineficientes están en proceso de cierre.
- Se espera la puesta en marcha de nuevas plantas en Medio Oriente, América Latina y Asia-Pacífico.
- Hay un impulso hacia mejores productos.
- La utilización de la capacidad instalada en los próximos 10 años estará por encima del 90 por ciento.

### 3.1.7 Consumo de Plásticos

Según CMAI e ITP a nivel mundial, desde el año 1991 hasta el 2000 la industria de plásticos creció a un promedio anual de 6.5 por ciento.

El consumo mundial de productos plásticos en el año 2000 fue de 117.3 Millones de Tm., el mayor consumidor fué Asia con un 36 por ciento y Latinoamérica participa en este consumo con 7 por ciento en promedio. Véase Tabla N°III-3

**Tabla N°III-3**  
**Consumo Mundial de Productos**  
**Plásticos**  
**Año 2000 - Millones de Tm**

Asia y Oceanía	42.3	36%
Europa	31.2	27%
Norteamérica	29.3	25%
Latinoamérica	8.4	7%
Africa y Medio Oriente	6.1	5%
<b>Total</b>	<b>117</b>	

Fuente: The Society of the Plastic Industry (SPI)

Sabiendo que el 63 por ciento del consumo total de resinas plásticas son poliolefinas (item 3.1.3) podemos hallar indirectamente el consumo de éstas en Latinoamérica para el año 2000:

$$8.4 \times 63\% = 5.3 \text{ MM de Tm/año}$$

dato que nos servirá más adelante para el dimensionamiento de planta.

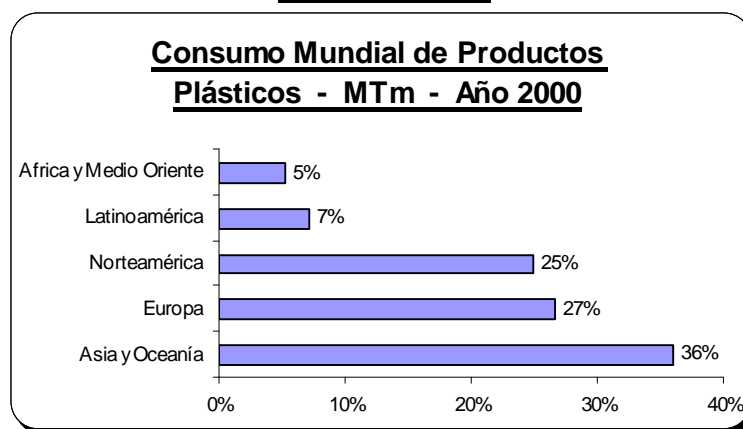
Realizando una proyección, considerando un crecimiento de 6 por ciento anual (item 3.1.3) se puede obtener el consumo de Latinoamérica incluyendo Perú para el año 2003:

**Tabla N°III-4**

**Consumo de Poliolefinas en  
Latinoamérica**

Año	2000	2001	2002	2003
MMTm	5.30	5.62	5.96	6.31

**Gráfico N°III-5**

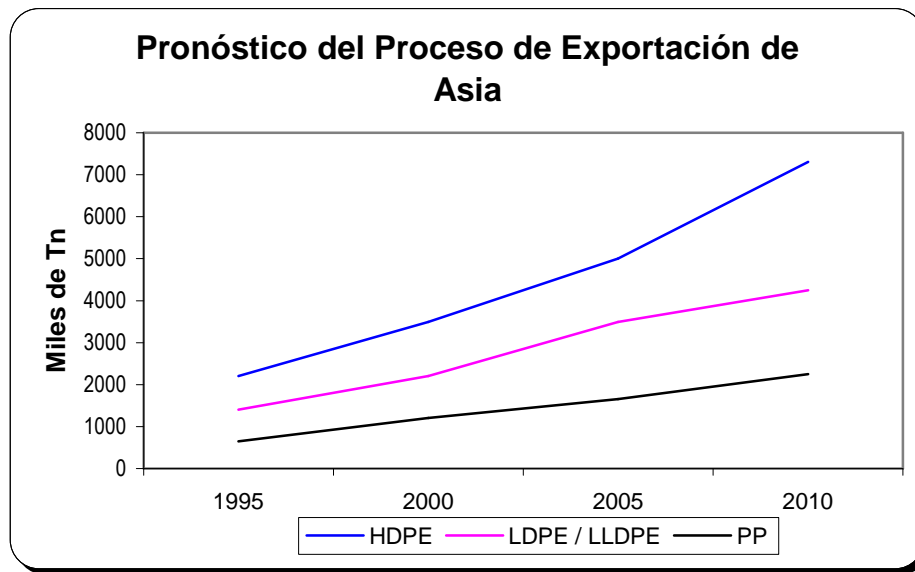


Fuente: The Society of the Plastic Industry (SPI)

### **3.1.8 Exportaciones de Plásticos**

Dada la magnitud del continente asiático en sus exportaciones de productos plásticos basados en poliolefinas es necesario mencionar por lo menos las proyecciones que se estiman para los siguientes años. Gráfico N°III-6.

**Gráfico N°III-6**



Fuente: Chem Systems

Esta gráfica incluye bolsas, films, juguetes, tapas y componentes como engranajes y topes. No incluye productos finales (electrodomésticos) como televisores, microondas, etc.

Sobre las exportaciones de poliolefinas de China se espera un **incremento** de éstas en 10 MTm/año para el 2010, con una demanda que llegará a los 28 millones Tm./año. En ese año, esta producción, representará el 45 por ciento del comercio mundial de poliolefinas. La capacidad instalada llegaría a 18 millones de Tm./año pero no alcanzaría para equilibrar el crecimiento de la demanda mundial.

### 3.2 Mercado Latinoamericano

La información que a continuación se menciona ha sido extraída de publicaciones de la Asociación Petroquímica y Química Latinoamericana (APLA) y de publicaciones en la Webb las cuales se adjuntan en el Anexo N°01.

A nivel mundial la capacidad instalada de la industria petroquímica para el conjunto de sus 50 principales productos supera levemente los 1,000 MM de Tm por año y se encuentra instalada en unos 60 países, que son los que tienen capacidad petroquímica de alguna relevancia.

Teniendo en cuenta que existen alrededor de unos 200 países, puede afirmarse que la industria petroquímica es patrimonio de una porción relativamente pequeña (30 por ciento) del total de países a nivel mundial.

En Latinoamérica existen unas 30 naciones, pero sólo seis (siete si se incluye Trinidad y Tobago) poseen industria petroquímica de significación. Ver Gráfico N°III-7.

**Argentina** cuenta con tres polos petroquímicos, el de Bahía Blanca (olefinas y derivados) y dos en la Ensenada, uno de aromáticos y otro de Oxoalcoholes, MTBE y Buteno. Se debe destacar al sitio de Campana, al norte de Buenos Aires, que es importante pero no llega a conformar un polo petroquímico.

Cabe mencionar la vecindad de Luján del Cuyo, Mendoza, donde se encuentra la planta de polipropileno de Petroquímica Cuyo que utiliza propileno de la refinería de Repsol-YPF.

**Colombia** cuenta con las localidades de Barranca Bermeja y Cartagena donde parte de la producción está en manos de la compañía estatal de Colombia ECOPETROL y grupos privados. Se destaca que la totalidad de propileno lo importan de Venezuela (Profalca) y de Estados Unidos (Chevron-Texaco).

En **Venezuela**, el mayor productor de petroquímicos es Pequiven, filial de PDVSA, quien participa tanto a nivel de plantas propias como sociedades mixtas con privados. Existen varios centros petroquímicos importantes, cada uno con cierto grado de especialización. Para el caso de este estudio El Tablazo ubicado en el estado de Zulia es probablemente el sitio más importante al albergar la única planta de steam cracking que partiendo de etano y propano produce olefinas y derivados. La planta de Cardón, en el estado de Falcón, se considera como otro polo petroquímico.

En **México**, la empresa estatal PEMEX es el mayor productor de petroquímicos contando para ello con tres plantas de steam cracking, La Cangrejera, Morelos y Pajaritos, operando en la actualidad en la misma región, estado de Vera Cruz en Yucatán. El principal centro petroquímico es La Cangrejera que empezó a producir a principios de la década del '80 con una planta de steam cracking de 500 MTm/año, ampliada actualmente hasta 600 MTm/año. La materia prima es etano.

En **Chile**, en Talcahuano, Concepción, están instaladas algunas plantas petroquímicas en las cercanías de la refinería Petrox. La de mayor tamaño pertenece a Petroquímica una sociedad en la que participa Invercap y grupos inversores locales como Petroquímica San Julio, Santo Domingo Inversiones e





21-A

Scale 1:35,000,000  
Antipodal Equal-Area Projection  
100 Kilometers  
1:50,000,000  
Boundary representation is not necessarily authoritative.

Source:  
Federated States  
of Micronesia  
Information by U.S.  
Government

South Georgia and the  
South Sandwich Islands  
Information by U.S.  
Government

Inversiones Lenga. Posee una unidad de PP de 120 MTm/año de capacidad que empezó a funcionar en 1999. La materia prima principal, propileno, es provista por Petrox y RPC (Refinería de Petróleo Concón). En la misma área funciona una planta de steam cracking de Petrox de 45 MTm/año de etileno que alimenta a una planta de LDPE de Dow de 45 MTm/año y le vende un pequeño volumen de etileno a Petroquim para la elaboración de copolímeros.

**Brasil** cuenta con tres polos petroquímicos, el más antiguo es el de Sao Paulo, en la localidad de Santo André; el de Camacari, en Salvador de Bahía; y el del Triunfo en Rio Grande do Sul, cerca a Porto Alegre.

El más antiguo es el de Sao Paulo en Santo André. El corazón del polo es un steam cracking de nafta virgen de la empresa Petroquímica Uniao (PQU) que produce olefinas y gasolinas de pirólisis. La tecnología es Lummus.

El polo petroquímico del Triunfo cerca a Porto Alegre consta de dos plantas de steam cracking de nafta virgen de Copesul que genera olefinas y gasolina de pirólisis.

El polo petroquímico de Camacari en Bahía comenzó a operar en 1978 y es de los tres el de mayor complejidad en Brasil por la variedad de productos que allí se producen.

En esta parte del trabajo, se analizarán los productos por separado: Etileno, Propileno, Polietileno (PE) y Polipropileno (PP).

### 3.2.1 Etileno

Siendo el etileno el principal producto del Steam Cracking, los rendimientos de este varían según cual sea la materia prima utilizada. Ver Tabla N°III-5.

**Tabla N°III-5**  
**Capacidad instalada de Etileno en Latinoamérica**

País	Empresa	Accionistas	Localización	Cap (M Tm/año)	Materia Prima
Argentina	PBB Polisor	DOW	Bahía Blanca	700	Etano
	Petrobras	Petrobras	Pto. Gral San Martín	28	<b>Propano</b>
	ICI *	ICI *	San Lorenzo	21	Nafta
Brasil	Braskem	Odebrecht	Camacari	1,200	Nafta
	Copesul	Petrobras	Triunfo	1,135	
		Ipiranga Petroquímica			
		Odebrecht			
	PQU	Petrobras	Santo André	500	
		UNIPAR			
Union Carbide - DOW					
Chile	Petrox	ENAP	Concepción	45	Etano
Colombia	Ecopetrol	Ecopetrol	Barrancabermeja	86	Etano
Venezuela	Pequiven	PDVSA	El Tablazo	600	Etano / <b>Propano</b>
México	Pemex	Pemex	La Cangrejera	600	Etano
			Morelos	600	
			Pajaritos	182	
			Escolín	182	
<b>Total :</b>				<b>5,879</b>	

\* Imperial Chemical Industries

En Latinoamérica, salvo Brasil, se usa preferentemente el etano.

La capacidad total instalada de Latinoamérica no alcanza los 6 MM de Tm por año y representa a penas el 5.2 por ciento del total mundial. La tecnología de los cracker en Latinoamérica es variada. Se encuentra Lummus (PEMEX, PQU y Braskem). En Argentina y Venezuela se utilizó tecnología Linde en un inicio y posteriormente Kellog. En Brasil Copesul tiene tecnología Technip/KTI y Stone & Webster.

El uso de la materia prima se reparte alrededor del 50 por ciento en etano y propano (Argentina, Chile, Colombia, México y parte de Venezuela) y el otro 50% de nafta. La nafta es la materia prima en Brasil coproduciendo importantes volúmenes de propileno. Los porcentajes de capacidad de planta utilizados varían según el país. Ver Tabla N°III-6:

**Tabla N°III-6**  
**Uso de la Capacidad Instalada (%)**

Chile	Argentina	Brasil	México	Venezuela	Colombia
100	88	85	75	65	40

### 3.2.2 Propileno

El propileno se obtiene por dos vías Steam Cracking (SC) y Cracking Catalítico Fluidizado (FCC). Ver Tabla N°III-7.

**Tabla N°III-7**  
**Capacidad Instalada de Propileno en Latinoamérica**

País	Empresa	Accionistas	Localización	Cap (M Tm/año)	Proceso
Argentina	PBB Polisor	DOW	Bahía Blanca	20	SC
	Petrobras	Petrobras	Pto. Gral San Martín	16	SC
		Petrobras	Bahía Blanca	10	SC
	ICI	ICI	San Lorenzo	85	FCC
	Repsol YPF	Repsol YPF	Ensenada	75	FCC
	Repsol YPF	Repsol YPF	Luján del Cuyo	30	FCC
	Shell	Shell	Dock Sud	20	FCC
ESSO	Exxon Mobil	Campana	18	FCC	
Brasil	Braskem	Odebrecht	Camacari	570	SC
	Copesul	Petrobras	Triunfo	581	SC
		Ipiranga Petroquímica			
		Odebrecht			
	PQU	Petrobras	Santo André	250	SC
		UNIPAR			
Union Carbide - DOW					
Petrobras	Petrobras	Varias	378	FCC	
Chile	Petrox	ENAP	Talcahuano	80	FCC, SC
	RCP		Concón	60	FCC
Venezuela	Pequiven	PDVSA	Varias	130	FCC
	Profalca	PDVSA	Cardón	132	FCC, COKE
		Koch Industries Inc.			
		Inelectra			
Empresas Polar					
México	Pemex	Pemex	Varias	324	FCC
		Pemex	Varias	63	SC
<b>Total :</b>				<b>2,842</b>	

La producción de propileno varía dependiendo de la materia prima alimentada. Si se utiliza etano, el porcentaje de propileno es bajo y en países como Argentina y México se da esta situación.

### 3.2.3 Polietileno (PE)

El uso más importante del etileno es la elaboración de diversos productos por su polimerización. Dado la variedad de usos y propiedades de polietilenos se analizará el polietileno de alta densidad (HDPE), el polietileno de baja densidad (LDPE) y el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE).

#### 3.2.3.1 HDPE

La producción de HDPE se inicia con la instalación de unidades de polimerización de etileno a baja presión y la utilización de catalizadores Ziegler y de óxidos de cromo. La otra diferencia con el LDPE es que normalmente en la producción de HDPE, se utilizan volúmenes pequeños de otros comonomeros (buteno-1, principalmente). Por tal razón, es posible producir HDPE en plantas de LLDPE, este tipo de plantas son llamadas duales o “swing”.

Las plantas de HDPE en Latinoamérica utilizan proceso de polimerización en suspensión (slurry).

Casi un 50 por ciento de la capacidad instalada de PBBPolisur e Ipiranga utiliza la tecnología Hoechst. La otra tecnología bastante empleada (Braskem ex-Polialden, Polinter) es el proceso Mitsubishi. Las capacidades y localizaciones se distribuyen como sigue:

**Tabla N°III-8**

**Capacidad Instalada de HDPE en Latinoamérica**

<b>País</b>	<b>Empresa</b>	<b>Accionistas</b>	<b>Localización</b>	<b>Cap (M Tm/año)</b>
Argentina	PBBPolisur	DOW	Bahía Blanca	120
Brasil	Ipiranga Petroquímica	Ipiranga Petroquímica	Triunfo	350
	BP Solvay PE	BP Solvay PE	Santo André, SP	82
	Braskem	Odebrecht	Camacari	150
Venezuela	Polinter	PDVSA	El Tablazo	100
México	Pemex	Pemex	Morelos	100
		Pemex	Escolín	100
<b>Total :</b>				<b>1,002</b>

A continuación en el siguiente cuadro se muestra las ventas locales, exportación, importaciones y consumos aparentes (en M Tm/año) de HDPE; entiéndase el Consumo Aparente como la adición de la Importación a la Producción y restándole la Exportación.

**Tabla N°III-9****Producción y Consumo Aparente de HDPE**

País	Producción	Importación	Exportación	Consumo Aparente
Argentina	104	48	25	127
Brasil	511	108	229	390
Chile	0	110	0	110
Colombia	0	87	0	87
Venezuela	143	2	52	93
México	147	713	41	819
	905	1,068	347	1,626

**3.2.3.2 LDPE**

Las capacidades y localizaciones de las plantas en Latinoamérica se distribuyen como sigue:

**Tabla N°III-10****Capacidad Instalada de LDPE en Latinoamérica**

País	Empresa	Accionistas	Localización	Cap (M Tm/año)
Argentina	PBBPolisur	DOW	Bahía Blanca	96
	ICI	ICI	San Lorenzo	20
Brasil	Braskem (OPP)	Odebrecht	Triunfo, RS	210
	Petroquímica Triunfo*	DOW	Triunfo, RS	160
		Petrobras		
		Petroplastic		
	Polietilenos Uniao*	UNIPAR	Santo André, SP	130
DOW	DOW	Santo André, SP	144	
	Politeno	COPENE SPP-Nemo/Suzano Sumitomo Itochu	Camacari, BA	145
Chile	DOW	DOW	Talcahuano	45
Colombia	Ecopetrol	Ecopetrol	Barrancabermeja	57
Venezuela	Polinter	PDVSA	El Tablazo	85
México	Pemex	Pemex Pemex	La Cangrejera	240
			Escolín	51
<b>Total :</b>				<b>1,383</b>

\*Plantas multipropósito LDPE – Copolímero EVA

Se puede afirmar que la producción de LDPE está totalmente integrada con la de su materia prima en todos los países de la región, situación que también es válida para los demás polietilenos.

A continuación, en el siguiente cuadro se muestra las ventas locales, exportación, importaciones y consumos aparentes (en M Tm/año) de LDPE:

**Tabla N°III-11**

**Producción y Consumo Aparente de LDPE**

<b>País</b>	<b>Producción</b>	<b>Importación</b>	<b>Exportación</b>	<b>Consumo Aparente</b>
Argentina	88	57	31	114
Brasil	608	46	126	528
Chile	44	33	17	60
Colombia	32	*	0	32
Venezuela	69	*	18	51
México	284	*	22	262
	1,125	136	214	1,047

\* Las importaciones de LDPE están incluidas en el cuadro de LLDPE

**3.2.3.3 LLDPE**

El LLDPE es el más “joven” de los polietilenos ya que las primeras plantas datan de mediados de los ´70. Argentina fue uno de los primeros países en instalar una planta, con la tecnología en fase gaseosa UNIPOL de Union Carbide. Dicha unidad, instalada sobre una barcaza que se trajo desde el Lejano Oriente, suele conocerse como la “Planta Flotante” y es capaz de producir una amplia gama de polietilenos que incluyen al HDPE. Una de las características de la elaboración de LLDPE es el consumo de monómeros en proporciones significativas (mayores del 5 por ciento), siendo el más habitual el buteno-1. La planta de Braskem en Camacari también utiliza el proceso Unipol. La otra planta de Braskem en el Triunfo, así como la de Ipiranga en esa misma localidad, emplean el proceso Spherilene, también en fase gaseosa, pero propiedad de Basell.

Las tres restantes plantas de LLDPE usan todas procesos en solución. Politeno en Camacari y Polinter en Venezuela adoptaron la tecnología Sclair de Dupont Canada. La unidad más nueva, la planta dual de PBBPolisur, es de reciente instalación y utiliza la tecnología Dow (Dowlex).

**Tabla N°III-12**

**Capacidad Instalada de LLDPE en Latinoamérica**

<b>País</b>	<b>Empresa</b>	<b>Accionistas</b>	<b>Localización</b>	<b>Cap (M Tm/año)</b>	
Argentina	PBBPolisur	DOW	Bahía Blanca	120	
				270	
Brasil	Braskem	Odebrecht	Triunfo	300	
			Camacari	200	
	Ipiranga Petroquímica	Ipiranga Petroquímica	Triunfo	150	
	Politeno	COPENE	Camacari	SPP-Nemo/Suzano	195
				Sumitomo	
Itochu					
Venezuela	Polinter	PDVSA	El Tablazo	210	
<b>Total :</b>				<b>1,445</b>	

Los datos de consumo aparente de LDPE y LLDPE no son de fácil estimación, en los casos de Colombia, Venezuela y México ocurre que sólo existe una única partida

arancelaria para los polietilenos de baja densidad. Dado que es mayor la participación de LLDPE en el total de las importaciones, se ha preferido imputarlas a este último.

Ello hace que los consumos aparentes de LDPE estén subestimados y los de LLDPE sobrevaluados en los casos de Colombia Venezuela y México.

A continuación en el siguiente cuadro se muestra las ventas locales, exportación, importaciones y consumos aparentes (en M Tm/año) de LLDPE:

**Tabla N°III-13**

**Producción y Consumo Aparente de LLDPE**

País	Producción	Importación	Exportación	Consumo Aparente
Argentina	218	24	128	114
Brasil	313	101	75	339
Chile	0	49	0	49
Colombia	0	69*	0	69
Venezuela	88	48*	52	84
México	0	748*	0	748
	619	1,039	255	1,403

\* Incluye LDPE

Este último cuadro indica claramente que la producción de LLDPE en los diversos países es bastante menor que la capacidad instalada correspondiente. Esto confirma que parte de la capacidad instalada de las plantas de LLDPE se dedican a la elaboración de HDPE. Nuevamente se recalca la denominación para estas plantas de dual o Swing.

Comparado con el PP, PVC (Policloruro de Vinilo) y PS (Poliestireno), el PE es un producto que presenta mayores porcentajes de exportación desde Brasil y Argentina. En el año 2002 un 25 por ciento del total elaborado en Brasil fue exportado. En el caso de Argentina este valor fue aún mayor (55 por ciento) potenciado por la crisis económica que se vivió.

### **3.2.4 Polipropileno (PP)**

Este producto es uno de los pocos productos petroquímicos para los cuales existe capacidad instalada en seis países de Latinoamérica, ver Tabla N°III-14.

Los tres tipos de procesos que se utilizan básicamente en la producción de PP están presentes en las plantas de Latinoamérica:

- La tecnología más antigua corresponde al proceso slurry, y entre las plantas donde se utiliza están la de Polibrasil en Camacari (licenciador ICI), las de Propilven (MITSUI) y una de las unidades de Braskem con tecnología Hércules (parada actualmente).
- Hay tres unidades para la producción de PP en fase gaseosa: Petroquímica Cuyo (proceso Novolen de Basf) y Propilco (Unipol y Novolen en su unidad más nueva).

- La polimerización en masa o Bulk es el porcentaje más alto (75 por ciento) y se debe sobre todo a que las más modernas unidades como son Polibrasil en Mauá, Braskem en el Triunfo, Petroquim e Indelpro han adoptado los procesos Spheripol de Basell.

**Tabla N°III-14**

**Capacidad Instalada de PP en Latinoamérica**

País	Empresa	Accionistas		Localización	Cap (M Tm/año)
Argentina	Petroken	Basell	Shell	Ensenada	180
			Basf		
	Repsol				
	Petroquímica Cuyo	Repsol		Luján del Cuyo	100
Brasil	Polibrasil	Basell	Shell	Camacari	125
			Basf	Mauá - SP	300
		Suzano		Río de Janeiro	200
	Braskem (OPP*)	Odebrecht		Triunfo	550
	Ipiranga Petroquímica			Triunfo	150
Chile	Petroquim	Sto. Domingo de Inversiones		Talcahuano	120
		Invercap			
		Inver. Lenga			
		Petrq. San Julio			
Colombia	Propilco	PETCO		Cartagena	320
		Bavaria			
Venezuela	Propilven	Pequiven	PDVSA	El Tablazo	84
		Mitsui			
		Venoco			
		Grupo Zuliano	Emp. Polar		
México	Indelpro	Basell	Shell	Altamira	200
			Basf		
		Alpek	Alfa		
<b>Total :</b>					<b>2,329</b>

OPP\* Polipropileno monoorientado

La materia prima para la producción de PP tiene dos orígenes diferentes según el país del que se trae.

- En el caso de **Argentina**, casi todo el propileno es producido en refinerías (FCC). La planta de Petroken, sociedad entre Basell y Repsol-YPF recibe propileno de la refinería La Plata (propiedad de Repsol-YPF) y de la refinería de Shell (Dock Sud), dueña del 50 por ciento del capital accionario de Basell.

Petroquímica Cuyo está localizada próxima a la segunda refinería en importancia de Repsol-YPF que la alimenta con un 70 por ciento del propileno que consume. El resto proviene de Petrobras en San Lorenzo y Bahía Blanca. La oferta en Argentina es muy ajustada y depende del funcionamiento de la capacidad instalada de refinación.

- **Brasil** produce una parte importante de su propileno en los steam crackers. También en este caso la oferta es ajustada. La otra fuente importante de



propileno son las refinerías de Petrobras. Al menos 4 refinerías producen propileno.

- Bahía posee una capacidad de 212 M Tm/año divididas en 152 M Tm/año grado polímero y 60 M Tm/año grado químico.
  - Río de Janeiro posee una capacidad máxima de 140 M Tm/año. Producción para Polibrasil 105 M Tm en el 2002.
  - En Sao Paulo se producen también 140 M Tm/año grado polímero, suministrando a la unidad Mauá de Polibrasil.
  - En el Polo de Triunfo, Copesul no produce suficiente propileno para abastecer a pleno su capacidad instalada de PP. Por ello recurre a otras fuentes.
  - En Camacari, la oferta de propileno de Braskem supera a la demanda de este monómero y además la capacidad de producción de PP es significativamente menor.
  - En Sao Paulo, las plantas de PP son abastecidas por PQU y por las refinerías de Cubatao y Capuava.
  - En Rio de Janeiro, donde Polibrasil tiene otra unidad próxima a la refinería de Duque de Caxias, el propileno proviene como ya se indicó de la planta de Braskem (Camacari), PQU y de otras fuentes.
- En **Chile**, Petroquim no trabaja al 100 por ciento de su capacidad instalada (120 M Tm/año de PP) por ser insuficiente la capacidad de propileno. La misma es entregada por Enap, un 60 por ciento de Petrox en Talcahuano y 40 por ciento de la Refinería de Concón.

A continuación en el siguiente cuadro se muestra las ventas locales, exportación , importaciones y consumos aparentes (en M Tm/año) de PP:

**Tabla N°III-15**  
**Producción y Consumo Aparente de PP**

<b>País</b>	<b>Producción</b>	<b>Importación</b>	<b>Exportación</b>	<b>Consumo Aparente</b>
Argentina	247	17	123	141
Brasil	891	81	62	910
Chile	102	23	49	76
Colombia	225	11	91	145
Venezuela	77	5	20	62
México	207	430	14	623
	1,749	567	359	1,957

En **Argentina** Petroken produce homopolímeros exclusivamente e importa los copolímeros de Polibrasil (ambas tienen a Basell como accionista). En cambio, Petroquímica Cuyo produce y vende tanto homopolímeros (60 por ciento) como copolímeros (40 por ciento).

En **Brasil**, actualmente el mayor productor es Polibrasil desde que en marzo del 2003 arrancara su nueva unidad de 300 M Tm/año en Mauá, Sao Paulo. Tienen intención de producir exclusivamente copolímeros, por ello la unidad de Camacari se dedicará a homopolímeros al igual que la de Rio de Janeiro. Braskem produce todos los grados de PP.

En **Chile**, la unidad de Petroquim produce tanto homopolímeros como copolímeros, siendo además alto el consumo de BOPP (polipropileno biorientado).

En **Colombia**, el auge del BOPP es tanto igual que en **Chile**.

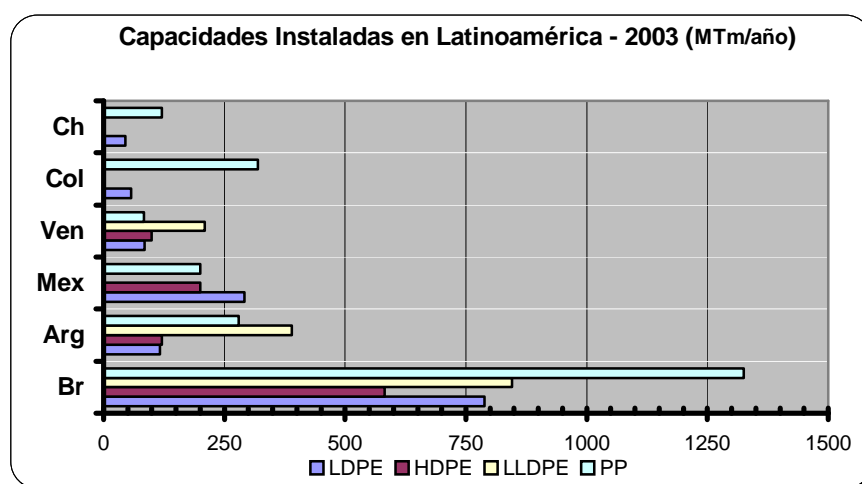
Un resumen de todo lo antes mencionado se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla N°III-16**

**Capacidades Instaladas en Latinoamérica de Poliolefinas  
2003 (M Tm/año)**

	Br	Arg	Mex	Ven	Col	Ch	Total
<b>LDPE</b>	789	116	291	85	57	45	1,383
<b>HDPE</b>	582	120	200	100	0	0	1,002
<b>LLDPE</b>	845	390	0	210	0	0	1,445
<b>PP</b>	1,325	280	200	84	320	120	2,329
<b>Total</b>	<b>3,541</b>	<b>906</b>	<b>691</b>	<b>479</b>	<b>377</b>	<b>165</b>	<b>6,159</b>

**Gráfico N°III-8**



### 3.2.5 De las nuevas inversiones en Latinoamérica

En Río de Janeiro, **Brasil**, se está gestando un cuarto polo petroquímico, el complejo Gas – Químico de Río Polímeros que está siendo construido en Duque de Caxias con tecnología ABB Lummus/Unipol, entrará en operación a fines del 2004, produciendo anualmente 520 M Tm/año de etileno, 75 M Tm/año de propileno y 540 M Tm/año de polietilenos con la marca RIOPOL™. El proyecto es pionero en Brasil, las resinas serán producidas a partir de fracciones de etano y propano provenientes del gas natural de Bahia de Campos, Rio de Janeiro. La inversión es de US\$ 1,800 MM considerando todo el complejo integrado. Este megaproyecto consta de dos grandes partes, una unidad de Steam Cracking y una unidad de Polimerización, esta última compuesta con dos líneas de reactores con capacidades de 270 M Tm/año de polietileno cada una.

La tecnología seleccionada para la producción de polietilenos es de Univation (Dow – ExxonMobil), y trabajará en producción swing de HDPE y LLDPE, operación en fase

gaseosa que combina los más recientes desarrollos en los procesos de polimerización y catalizadores de última generación (metallocenos). Este complejo consta con la participación de Unipar (33.3 por ciento), Suzano (33.3 por ciento), Petrobras (16.7 por ciento), y BNDESPAR (16.7 por ciento).

La alimentación total será de unas 800 MTm/año de materia prima y se coproducirán unas 60 MTm/año de propileno que ayudarán a abastecer la ampliación de la planta de PP de Polibrasil de 200 a 300 M Tm/año prevista para fines del 2004 aprovechando la disponibilidad del nuevo Steam Cracking de **Rio Polímeros**.

Polibrasil opina que habrá una nueva planta de PP para el 2007.

Otro proyecto de una nueva unidad Swing (HDPE/LLDPE) ha sido anunciado por Polietilenos Uniao en Capuava. Originalmente se hablaba de 130 M Tm/año. Pero será ampliado a 200 M Tm/año. De todos modos dependerá de la disponibilidad de más etileno en PQU y se lo indica recién para el 2007.

En Brasil, se destaca el Programa National Export Plastic dirigido a los transformadores, auspiciado por el Instituto Nacional del Plástico, ABIQUIM (Asociación Brasileira de la Industria Química) y ABIPLAST (Asociación Brasileira de la Industria de Plásticos). Los mismos apoyan a las exportaciones de mayor valor agregado por medio de misiones y ferias comerciales como Brasilplast. Se considera necesario promover la sustitución de importaciones y exportación de productos con valor agregado. Los productores de resina y procesadores estarán trabajando en conjunto.

José Eduardo de Barros Dutra, presidente de Petrobras, indica que la empresa tomará un papel más decisivo en productos petroquímicos. No será un mero socio, sino activo, sin monopolizar el sector. La estrategia será enfocada en las áreas con las sinergias más altas, por ejemplo de las poliolefinas. La especulación con respecto a la adquisición de la empresa Ipiranga Petroquímica por parte de Petrobras ha sido particularmente activa, además se habla de la consolidación de Río Polímeros y PQU (Petroquímica União S.A.). La adquisición de Ipiranga daría a Petrobras una posición muy fuerte frente a Copesul, en el complejo del Triunfo, además de la participación en Petroquim, el productor chileno de los PP.

Por otro lado, se ha descubierto cerca de Sao Paulo un gran campo de gas natural. Petrobras anunció el descubrimiento de un campo de 14.8 TCF (trillón de pies cúbicos) en el lavabo de Santos del Brasil, solamente a 130 kilómetros de la costa de São Paulo. Este es el más grande encontrado en el Brasil y muy cerca de su mercado más grande de consumo. Esto cambia la perspectiva estratégica de la energía para el Brasil, proporciona una herramienta de negociación con respecto al gas boliviano y una nueva fuente potencial de materia prima para la industria petroquímica.

**Bolivia** posee actualmente 47 trillones de pies cúbicos (TPC) de reservas certificadas de Gas Natural y 452 millones de barriles de reservas certificadas de petróleo crudo. Esto presenta un incremento dramático en la riqueza conocida de recursos naturales en Bolivia desde 1996, cuando las reservas de Gas Natural circulaban alrededor de 6 TPC y las reservas de petróleo eran económicamente insignificantes. Por este motivo otro polo Gas-Químico contempla la inversión de US\$ 1,300 MM con la participación de Petrobras e YPF, en un 30 por ciento y en un 70 por ciento por empresas extranjeras. La ubicación posible de este otro proyecto sería en Puerto Suárez o Mato

Grosso, tomando en cuenta el gas de Tarija. Se prevé que arrancarían la construcción en abril del 2005 de manera que se puedan concluir en el año 2009.

Las conversaciones fueron dirigidas por el viceministro de Energía e Hidrocarburos de Bolivia, Freddy Escobar, y la secretaria del Ministerio de Minas y Energía de Brasil, María das Graças Silva en agosto de este año.

También en agosto de este año, en **Venezuela**, Pequiven, filial de Petróleos de Venezuela (Pdvsa), y ExxonMobil Chemical Company, una división de la trasnacional ExxonMobil Corporation, han acordado desarrollar, de manera conjunta, un proyecto para producir olefinas y derivados en el Complejo Petroquímico José del estado Anzoátegui, las inversiones se estiman entre US\$ 2,5 y 3 mil MM, porque este complejo industrial de escala mundial, incluirá una planta de craqueo con capacidad para producir un millón de toneladas métricas anuales de etileno y sus derivados. No se conoce más detalles del proyecto debido a que esta en etapa de estudio.

Por su parte, Propilven prevé aumentar su capacidad instalada de su planta de PP a 110 M Tm/año en este año (2004) con una inversión de US\$ 16 MM.

En **México**, Pemex consiguió efectivizar una nueva planta de PE y reagrupó sus otras plantas petroquímicas para seguir trabajando con el Proyecto Fénix, propulsado por el Presidente Fox, el cual consta de la construcción de varias plantas de petroquímica básica, con lo cual se busca sustituir importaciones. Esto representa una oportunidad, especialmente para empresas fuera de América del Norte, en vista del enorme déficit comercial en resinas termoplásticas, ya que México importó 719 M Tm de PE en el 2002.

Pemex proyecta una construcción para el 2006, esta planta de 300 M Tm/año en Morelos, será de HDPE y contará con tecnología Univation, proyecto que se aunará al gran proyecto Fénix contando con las ampliaciones de La Cangrejera (LDPE) de 240 a 315 M Tm/año para este año.

La empresa mejicana Indelpro S.A. de C.V., planea construir una nueva planta con capacidad de 350 M Tm/año de PP. Se estima que la planta arrancarían durante el tercer trimestre del 2006.

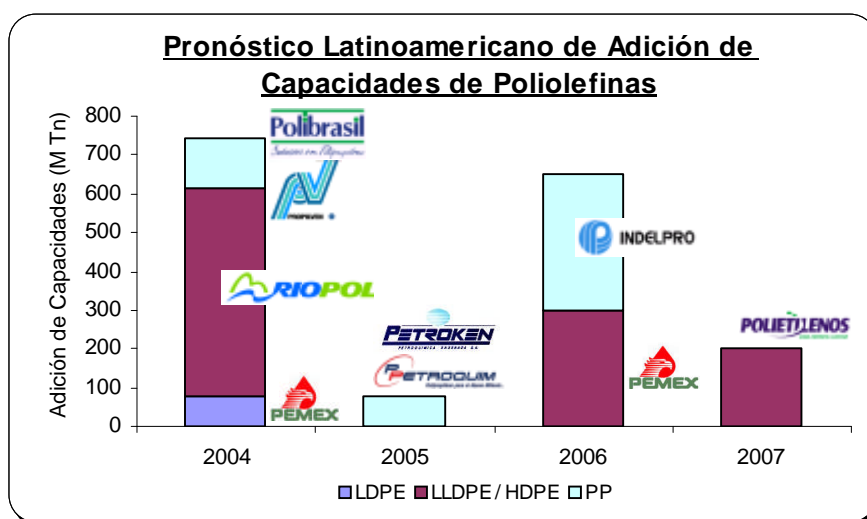
En **Argentina**, Petroken tiene la intención de ampliar su planta de PP de 180 a 240 M Tm/año en el primer semestre del 2005.

En **Chile**, Petroquim proyecta ampliar su capacidad de PP hasta 140 M Tm/año en el 2005 siempre y cuando Petrox pueda abastecerla con más propileno.

Con todo lo antes mencionado se confeccionó el gráfico N°III-9.

Cabe mencionar lo significativo de las inversiones Chinas las cuales tanto en Bolivia como en Brasil se desarrollarán en el sector hidrocarburos, lo cual no descarta su intervención en Petroquímica (Ver Anexo N° 01).

### Gráfico N°III-9



### 3.2.6 Consumos Aparentes

Se tiene información de los consumos aparentes para los países productores de poliolefinas, y de algunos más, sin considerar Perú:

### Tabla N°III-17

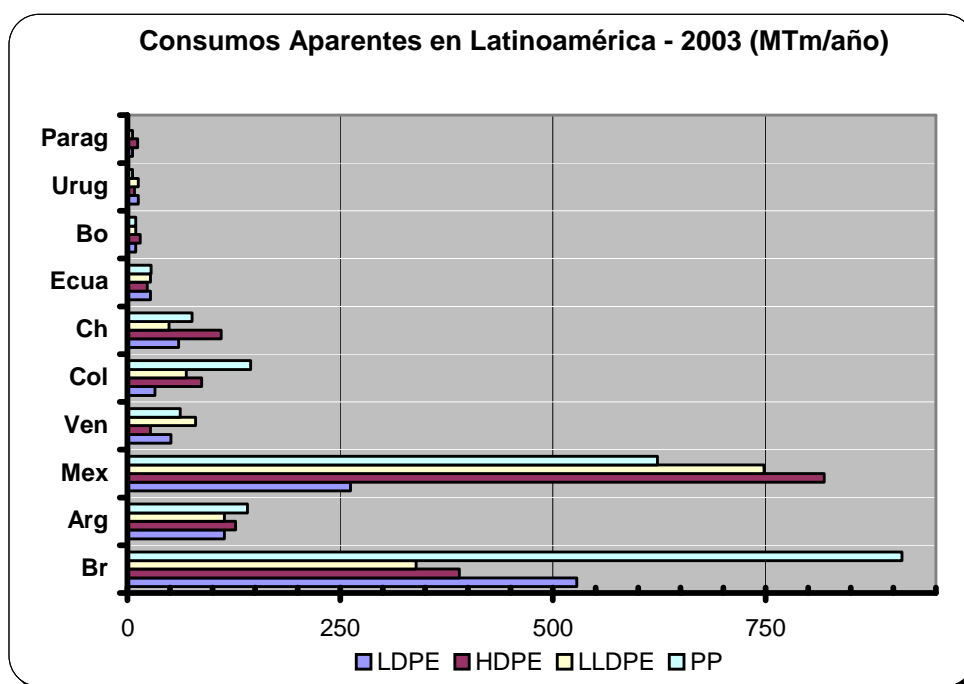
#### Consumo Aparente en Latinoamérica - 2003 (M Tm/año)

	Br	Arg	Mex	Ven	Col	Ch	Ecu	Bo	Urug	Parag	Total
<b>LDPE</b>	528	114	262	51	32	60	27	10	13	6	1,103
<b>HDPE</b>	390	127	819	27	87	110	23	15	8	12	1,618
<b>LLDPE</b>	339	114	748	80	69	49	27	10	13	6	1,455
<b>PP</b>	910	141	623	62	145	76	28	10	6	1	2,002
<b>Total</b>	<b>2,167</b>	<b>496</b>	<b>2,452</b>	<b>220</b>	<b>333</b>	<b>295</b>	<b>105</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>25</b>	<b>6,178</b>

Fuente: APLA

El valor total de 6.178 MM de Tm es muy parecida al hallado de la Tabla N°III-4 (6.31 MM Tm); en el ítem 3.3 Mercado Nacional obtendremos el valor del consumo en Perú y lo restaremos de este valor encontrado en la Tabla N°III-4 para confirmar el tamaño de mercado con el cual trabajaremos en el capítulo IV Dimensionamiento de Planta.

**Gráfico N°III-10**



Fuente: APLA

Se ha confeccionado graficas comparativas entre el Pronóstico Latinoamericano de Adición de Capacidades Gráfico N°III-9 y Tabla N°III-16 y los Consumos Aparentes Proyectados Tabla N°III-17 teniendo en consideración el crecimiento del mercado de poliolefinas en 6 por ciento anual:

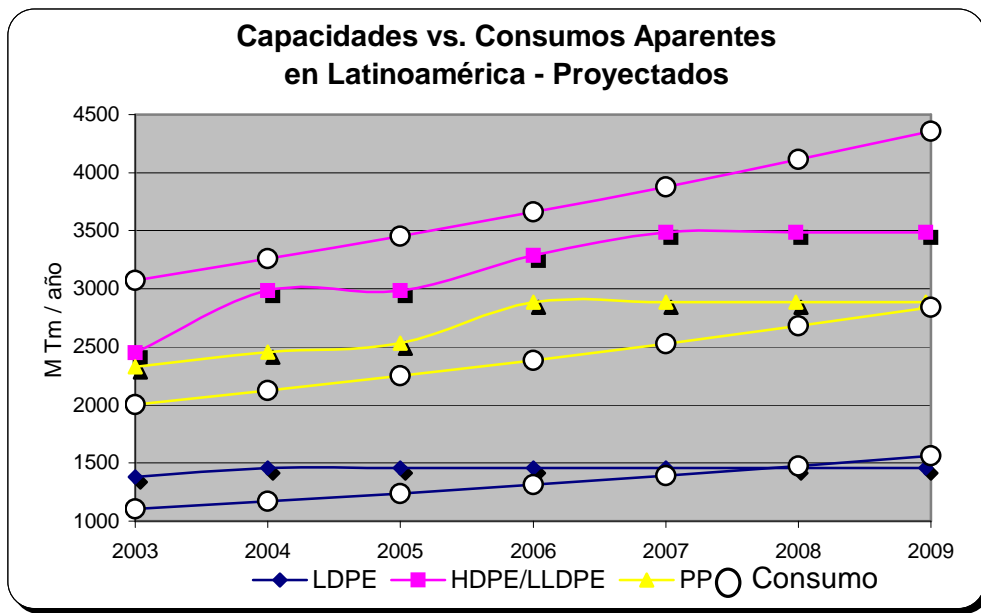
**Tabla N°III-18**

**Proyección de Consumos Aparentes de Poliolefinas en Latinoamérica M Tm/año**

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>LDPE</b>	1,103	1,169	1,239	1,314	1,393	1,476	1,565	1,659	1,758	1,863
<b>HDPE/LLDPE</b>	3,073	3,257	3,453	3,660	3,880	4,112	4,359	4,621	4,898	5,192
<b>PP</b>	2,002	2,122	2,249	2,384	2,527	2,679	2,840	3,010	3,191	3,382
<b>Total</b>	<b>6,178</b>	<b>6,549</b>	<b>6,942</b>	<b>7,358</b>	<b>7,800</b>	<b>8,268</b>	<b>8,764</b>	<b>9,289</b>	<b>9,847</b>	<b>10,438</b>

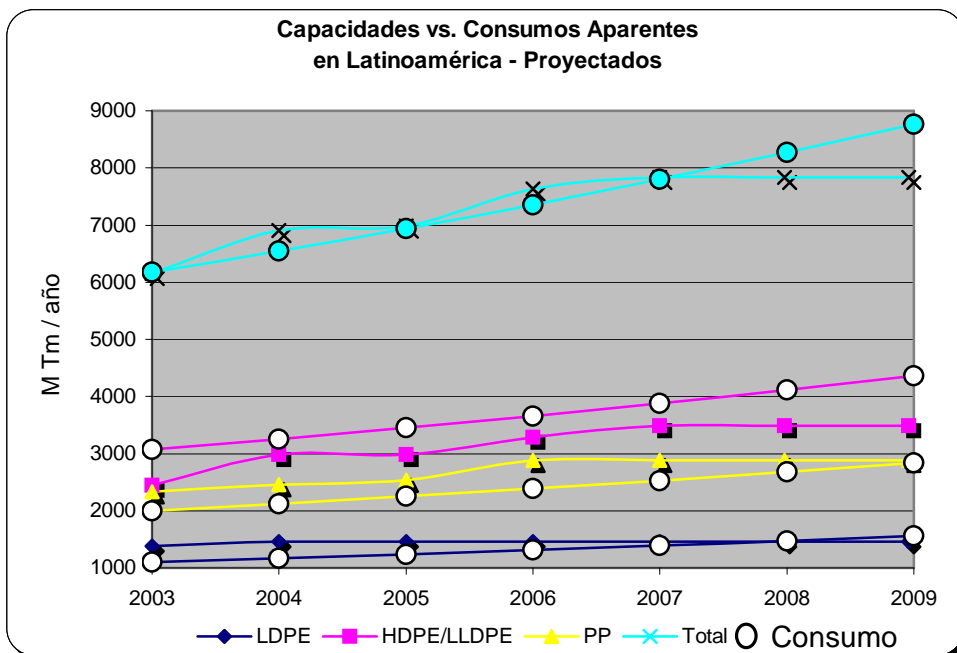
El gráfico N°III-11 muestra las capacidades instaladas y sus adiciones (oferta de productos) a lo largo de los próximos 5 años para cada grupo de poliolefinas y lo compara con la proyección, gráfico N°III-12, de su consumo aparente (demanda), el cual está diferenciado con pequeños círculos.

**Gráfico N°III-11**



El gráfico N°III-12 totaliza las capacidades instaladas y los consumos aparentes proyectados y los compara con cada grupo de poliolefinas.

**Gráfico N°III-12**



### 3.3 Mercado Nacional

Debido a que las poliolefinas son productos importados en el Perú, se analizará el mercado de plásticos como una forma indirecta de estudio.

#### 3.3.1 Importaciones

Las importaciones de insumos para la Industria de Plásticos está creciendo, se estima que en el 2003 fueron US\$ 184 Millones. Ver Importación de Plásticos Tabla N°III-19.

**Tabla N°III-19**  
**Indicadores a Junio del 2004**

	1999	2000	2001	2002	2003	2004 <sup>a</sup>
<b>Entorno (% Variación)</b>						
PBI	0.9	3.1	0.6	5.3	4.1	4.0
Prod. Harina de Pescado	112.7	26.7	-27.0	11.2	-6.0	4.3
Prod. de Gaseosas	11.3	30.9	6.8	-0.2	5.1	5.0
Construcción	-10.5	-4.3	-6.4	8.3	4.8	5.0
<b>Plásticos (US\$ Millones)</b>						
Importación	175.7	224.0	151.1	164.0	184.0	197.4
Exportación	16.2	28.0	40.5	54.5	60.5	65.4

Fuente: INEI, SNI, BCR

a) Proyección

Esta tabla es un resumen del comportamiento del PBI y de los principales sectores que influyen en la Industria de Plásticos. Por ejemplo, la industria de harina de pescado influye decididamente en el consumo de PP porque su envasado para la venta se efectúa en sacos fabricados de este material. Así mismo, la participación del PP se viene incrementando en agricultura, mercados de almacenaje minero y alimentos balanceados entre otros.

De toda la importación de plásticos, aproximadamente US\$ 110 Millones fueron poliolefinas, ver Tabla N°III-20 y Tabla N°III-21

**Tabla N°III-20**  
**Importación de Poliolefinas MM\$**

	Año		
	2001	2002	2003
HDPE	29.5	29	32.9
LDPE	36.5	32	37.4
Polímero de Propileno	15.7	20	17.3
PP	23	27.3	28.5
<b>Total</b>	<b>104.7</b>	<b>108.3</b>	<b>116.1</b>



**Tabla N°III-21**

**Distribución de Consumos**

	2003 MM\$	\$/Tm Precio Referencial	M Tm Consumidas	%	
HDPE + LDPE	70.3	870	80.81	59%	PE
Polímero de Propileno + PP	45.8	820	55.85	41%	PP
			136.66		

Esta tabla refleja un crecimiento promedio de 5 por ciento. Si se le compara con la Tabla N°III-4 podremos hallar el consumo para Latinoamérica, sin considerar Perú, desde el punto de vista de los plásticos:

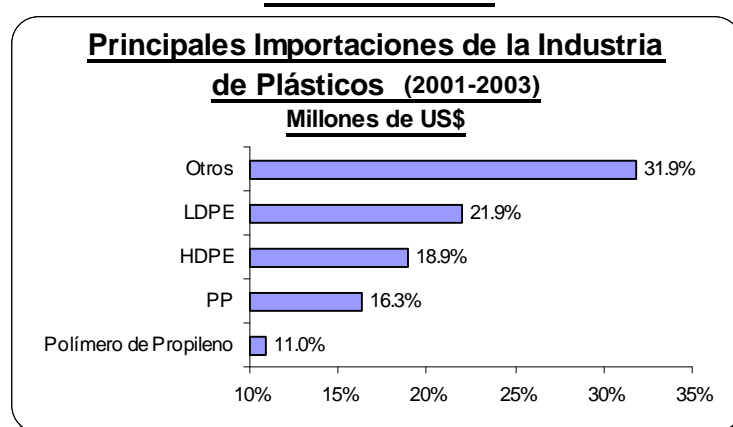
**Tabla N°III-22**

**Consumo de poliolefinas en Latinoamérica sin incluir Perú**

Consumo MM Tm	2000	2001	2002	2003
Latinoamérica y Perú	5.3	5.62	5.96	6.31
Perú		0.105	0.108	0.116
Latinoamérica		5.52	5.85	6.19

Entonces, tenemos que en el 2003 se consumieron en Latinoamérica (excluyendo el Perú) 6.19 MM de Tm de poliolefinas. Si comparamos con el valor de la Tabla N°III-17, para el 2003, 6,178 MM Tm, podemos afirmar que este último valor es el tamaño de mercado con el cual podemos trabajar y utilizar para el capítulo IV Dimensionamiento de Planta el cual ha sido ratificado de una forma indirecta teniendo en cuenta el Consumo de Plásticos a nivel mundial (ítem 3.1.7).

**Gráfico N°III-13**



Fuente: ADUANAS

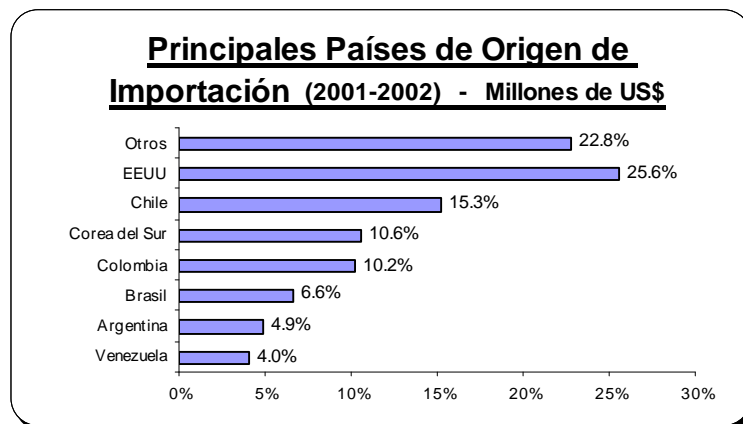
Se tiene los siguientes datos de importación de plásticos del año 2001-2002, véase también Gráfico N°III-14 :

- El PE importado, en su mayoría, fue de EEUU, HDPE 32 por ciento del total y

LDPE 24.5 por ciento del total.

- Se importó PP de Colombia, 12.4 por ciento del total y de Chile, 15.2 por ciento del total.

**Gráfico N°III-14**

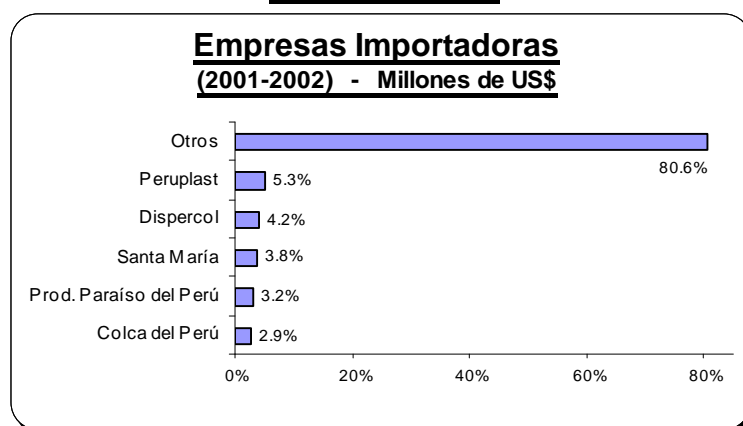


Fuente: ADUANAS

De las empresas importadoras, véase Gráfico N°III-15:

- Peruplast S. A. fué el mayor comprador de LDPE.
- Negociación Comercial Santa María S. A. C. importó PP de Brasil.
- Dispercol S. A. importó PE de Argentina.
- Otro importante sector se refiere a la mediana y pequeña empresa que comprende el 80% de las importaciones de insumos plásticos.

**Gráfico N°III-15**



Fuente: ADUANAS

Del período de enero a junio 2003 se sabe que las importaciones desde EEUU de HDPE fueron realizadas por Colca del Perú (13% del total) y por Industrias del Envase (13.5%). Corea del Sur fué el segundo país de importancia en importaciones de LDPE (56.8% del total), creció 130% con respecto al período del 2002; las empresas importadoras fueron Polimaster y Negociación Comercial Santa María S. A. C.

De las empresas importadoras, Peruplast S. A. es el mayor comprador habiendo

importado LDPE de Argentina y Chile. Envases Múltiples S. A. importó PP en forma de láminas y placas de Colombia y Chile.

Según el Ministerio de la Producción, se estima que en el 2003 la industria para la transformación de Plásticos tuvo un crecimiento de 5,1% aunque el 2002 la tasa de utilización de la capacidad instalada de este sector fué de 52%, un 2 por ciento menos que en el 2001.

En el Perú, el mercado de productos plásticos muestra un potencial de desarrollo promisorio a mediano plazo, dado el bajo consumo per cápita (6.5 kg). Bajo condiciones de estabilidad política las inversiones en maquinaria y equipos de empresas nacionales y extranjeras deben llegar espontáneamente para explotar ese potencial de crecimiento y rentabilidad.

A noviembre del 2003 la producción de la industria plástica creció 5.7 por ciento ayudada por el PE (5 por ciento) y alentado por el crecimiento del sector químico cuyo consumo de envases, envolturas, bolsas y accesorios de HDPE, LDPE y PP ha ido en ascenso; y también debido al incremento de la demanda de bebidas gaseosas, aguas y aceites cuyos envases son, en su mayoría, de Polietilen Tereftalato (PET).

Actualmente, las empresas que lideran este sector están invirtiendo en nuevos sistemas de producción, cambio y repotenciación de equipos y nuevas tecnologías para reciclaje de PET destinado en su mayoría a envases, envolturas y bolsas. Esta inversión es de US\$ 28 Millones aprox. en los casos de San Miguel Industrial y Amcor Pet Packaging del Perú quienes están invirtiendo en equipos para atender el mercado de agua mineral.

### 3.3.2 Exportaciones de Plásticos

Las exportaciones en el mercado peruano son lideradas por los envases PET (frascos, botellas y similares) observándose un mercado creciente. Véase Tabla N°III-23.

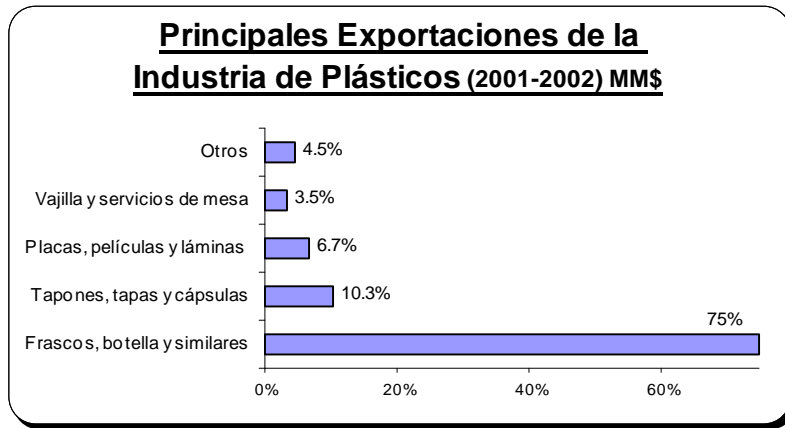
**Tabla N°III-23**

**Exportación de Productos Plásticos - Millones de US\$**

	Año		Enero – Junio	
	2001	2002	2002	2003
<b>Frascos, botella y similares</b>	30.5	41.0	16.7	20.0
<b>Tapones, tapas y cápsulas</b>	4.2	5.6	2.4	2.6
<b>Placas, películas y láminas</b>	3.3	3.1	1.3	3.4
<b>Vajilla y servicios de mesa</b>	0.9	2.4	1.2	1.4
<b>Otros</b>	1.6	2.4	1.3	1.6
<b>Total</b>	40.5	54.5	22.9	29.0

Fuente: ADUANAS

**Gráfico N°III-16**



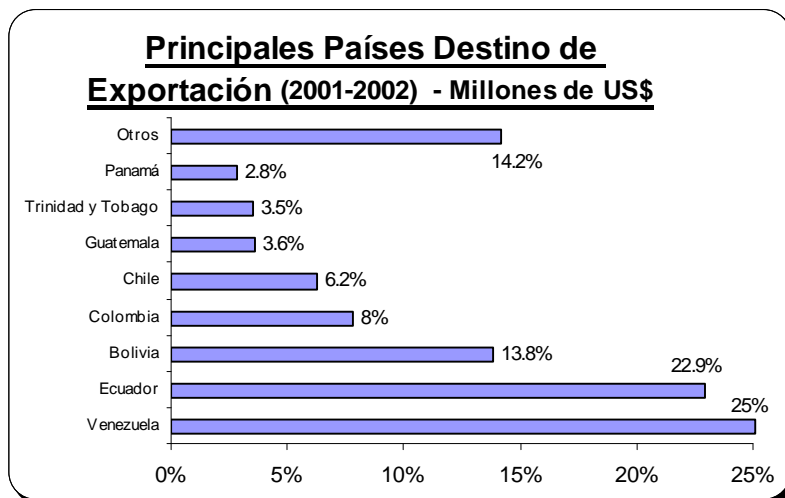
Fuente: ADUANAS

**Gráfico N°III-17**



Fuente: ADUANAS

**Gráfico N°III-18**



Fuente: ADUANAS

En el 2002 las mayores exportaciones fueron de frascos y botellas, principalmente a Ecuador (crecimiento de 102 por ciento) y Trinidad y Tobago, esto liderado por la empresa Amcor Pet Packaging del Perú. Por su parte, Consorcio Ravi exportó a Guatemala y El Salvador tapas y tapones.

De enero a junio del 2003, las exportaciones de frascos y botellas siguen liderando el mercado siendo los destinos principales Ecuador y Bolivia realizados por San Miguel Industrial. Placas y láminas de PP fueron exportadas a Guatemala y Panamá por la empresa Envases Múltiples S. A.

Cabe resaltar, tomando en consideración la visión exportadora de nuestras empresas productoras de envases PET, que en julio del 2003 la Eurocámara (organismo que agrupa los países de Europa) ha decidido que la fecha límite para el reciclaje de envases PET será diciembre del 2008, debido a la tendencia medioambientalista y consideraciones de calidad para los insumos para alimentos de consumo humano, por lo que se espera un aumento sustancial del consumo de PET sin reciclar a partir de esta fecha. Esta oportunidad de crecimiento la puede compartir un producto sustituto el cual es el Polipropileno Clarificado (**Clear PP**) producto cuyas aplicaciones incluyen alimentos, frascos, botellas (aplicaciones para agua mineral sin gas), empaques, dispositivos médicos, hojas, tubos etc. y que ha sido probado en Colombia por la empresa Propilco para la empresa Bavaria. Por consiguiente, es una demanda potencial que se puede aprovechar. Ver Anexo 01.

### 3.3.3 La industria Química

La relación entre los sectores de plásticos y la industria química está en que esta última requiere de productos de PE y PP para envasar sus productos finales por los que también se ha realizado una pequeña investigación.

La Sociedad Nacional de Industrias menciona que en el 2002 la industria química básica creció 2 por ciento, impulsada por los sectores construcción minería y textil.

Considerando los productos nitrogenados que podría proveer la industria petroquímica, podemos observar el crecimiento de compuestos como el nitrato de amonio agrícola 41.3 por ciento (incremento de la producción de Nitratos S.A.).

BASF Perú terminó en el 2003 la ampliación de su planta de producción, para cubrir su demanda nacional de insumos textiles y cumplir con sus compromisos de exportación a Colombia, Chile y Venezuela.

Entre el 2003 y 2004, QUIMPAC tiene proyectos de ampliar la capacidad instalada de sus plantas químicas, e implementar sistemas de automatización en sus celdas electrolíticas para la producción y mejora en la calidad de sus productos químicos, con una inversión de US\$ 25 a US\$ 30 Millones.

En el año 2003, los **laboratorios** extranjeros han invertido aproximadamente US\$ 18 Millones destinados principalmente a investigación y desarrollo de nuevos productos químicos; estiman que sus ventas se incrementarán en US\$ 45 Millones en el mercado nacional.

La empresa TRALSA, dedicada al almacenamiento de productos químicos líquidos, viene incrementando su participación en el mercado al haber mejorado el despacho de insumos químicos, atendiendo la demanda por parte de Alicorp que utiliza metanol para encender su planta de hidrogenado para la elaboración de aceite, así como a QUIMPAC y a Sudamericana de Fibras.

Esta información indica que hay actividad en la industria química y puede deducirse que hay una demanda potencial creciente para el uso de poliolefinas en el empaquetado de sus productos finales.

### **3.3.4 Visión de Perú con respecto a la Petroquímica**

En la actualidad, no existe industria petroquímica básica e intermedia en el Perú, los productos petroquímicos, denominados finales como las resinas plásticas, mayormente son importados para satisfacer el mercado nacional. Con la llegada del Gas de Camisea, el actual gobierno se propone captar nuevas inversiones e impulsar el desarrollo de esta industria para lo cual a fines de febrero se aprobó la Ley de Promoción de la Inversión en Plantas de Procesamiento de Gas Natural – Ley N°28176 (Diario El Peruano, 23 de febrero 2004). El dictamen tiene carácter indefinido con el propósito de traer mayores inversiones al Perú relacionada con el Gas de Camisea en términos de Petroquímica ligera entre otros. Así, los inversionistas gozarían de un régimen de estabilidad tributaria y tratamientos similares a los contratos de exploración.

Los beneficios incluyen el régimen de estabilidad tributaria y cambiaria, la importación temporal por cuatro años, la inafección a la importación de bienes que no se producen en el Perú, el derecho de la contabilidad en moneda extranjera, no considerar Impuesto Predial a artículos como tubos, ductos, tanques y demás equipos e instalaciones componentes de plantas de procesamiento de gas natural y la Recuperación Anticipada del Impuesto General a las Ventas.

Con la llegada del gas natural a Lima, Callao y las demás ciudades a la que se expanda este servicio se demandará tubería de PE para las instalaciones y conexiones (tuberías secundarias).

Por otro lado, la iniciativa del gobierno de turno de incentivar las exportaciones a través de entes como Prompex hace promisorio el aumento de las mismas en forma de productos plásticos a base de PE y PP.

### **3.3.5 Análisis FODA**

Se ha efectuado una análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) para dar una idea global a los posibles inversionista así como al pueblo peruano de los beneficios y riesgos que involucran esta actividad:

#### **Fortalezas:**

- Acceso al Gas Natural en grandes cantidades.
- Intención del Consorcio Camisea de encontrar más gas.

## CAPITULO IV

### DIMENSIONAMIENTO DE PLANTA

Los objetivos de mercado, las economías de escala ligadas en la selección del tipo de proceso, la tecnología a aplicar y la disponibilidad de la materia prima son los principales factores limitantes para el dimensionamiento eficaz de un complejo de poliolefinas. Por tanto, se deberá analizar estos cuatro puntos en conjunto para tomar una decisión.

#### **4.1 Estudio de Mercado e Hipótesis**

Basándonos en los pronósticos de CMAI e ITP con respecto al pronóstico de la demanda global de poliolefinas en los próximos años (item 3.1.3) y las tendencias a las nuevas construcciones (Gráfico N°III-1), se podría asegurar que se espera un panorama halagador para esta industria con una proyección de crecimiento de 6 por ciento anual para Latinoamérica.

Con respecto al mercado nacional el crecimiento se augura a un ritmo de 5 por ciento al año.

De la Tabla N°III-18 y la Tabla N°III-20, se obtiene la Tabla N°III-24.

**Tabla N°IV-1**  
**Proyección de Consumos Aparentes de Poliolefinas MTm/año**

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Latinoamérica</b>	6,178	6,549	6,942	7,358	7,800	8,268	8,764	9,289	9,847	10,438
<b>Perú</b>	116.1	121.9	128.0	134.4	141.1	148.2	155.6	163.4	171.5	180.1

Con estas proyecciones y consideraciones podemos estructurar las siguientes hipótesis:

- **H1.** Que el mercado nacional de poliolefinas al ser atendido por producción propia puede ser cubierto en 70 por ciento al cuarto año de operación desplazando los productos importados. Este ingreso al mercado sería favorecido por el rápido abastecimiento, precios competitivos, productos de calidad y planes de comercialización con estrategias agresivas.
- **H2.** Abastecer con exportaciones el mercado latinoamericano, y alcanzar el 2 por ciento de este sector para el cuarto año de operación por tratarse de un mercado maduro, muy competitivo y por estar restringido por la materia prima.

Si tomamos en consideración que el tiempo para tener operativo el complejo es de un promedio de cuatro (4) años (los cuales cubren los tiempos para el estudio de pre-factibilidad, la confección y aprobación del Estudio de Impacto Ambiental - EIA, la preparación del terreno y la construcción del complejo hasta su puesta en operación, ver Cronograma de Actividades Gráfico N°VII-1) y si se tomaría la decisión de comenzar a gestionar todo lo planificado el año 2005, el mismo arrancaría sus operaciones el año 2009.

Por lo tanto, el objetivo de mercado para las hipótesis antes mencionadas serían las del año 2012.

**Tabla N°IV-2**

**Proyección de Consumos de Poliolefinas para el año 2012**

	Consumo para el 2012	Hipótesis	Objetivos de Ventas
	MTm/año	%	MTm/año
Perú	180.1	70	126.07
Latinoamérica	10,438.0	2	208.76
Total Objetivo de Ventas :			<b>334.83</b>

Tenemos entonces que, el objetivo de ventas de poliolefinas al cuarto año sería **334.83** MTm./año.

Ayudados en los porcentajes de la Tabla N°III-21 se tienen los objetivos de producción de poliolefinas:

**Tabla N°IV-3**

**Objetivos de Producción**

Producto	%	Producción MTm/año
PE	59	197.55
PP	41	137.28
Total :		<b>334.83</b>

Estos objetivos de producción, hallados desde el punto de vista de mercado, se tendrán en cuenta para los cálculos cuando se escoja el tipo de proceso. Con los resultados podremos confirmar o negar las hipótesis antes mencionadas y corroborar o corregir los objetivos planteados.

**4.2 Criterios para escoger el Proceso**

A nivel mundial el camino más usado para la producción de olefinas ligeras es el Steam Cracking cuyo proceso permite obtener etileno y propileno con una sola planta, requiriendo como alimentación la nafta petroquímica o los líquidos del Gas Natural (etano, propano, butano). La Tabla N°IV-4 presenta otros procesos de petroquímica diferentes al Steam Cracking para producir olefinas.



**Tabla N°IV-4**

**Procesos Petroquímicos para la producción de Olefinas**

	Breve Descripción	Materia Prima	Uso en el Mercado	Disponibilidad de Materia Prima en el Perú
<b>Steam Cracking</b>	Craqueo de Hidrocarburos por temperatura	Etano, Propano, Butano y Nafta	El más usado en el mercado	Sí, de Camisea de los líquidos del gas natural.
<b>Deshidrogenación Catalítica</b>	Deshidrogenación de hidrocarburos con catalizadores	Propano e Isobutano	Pocas empresas Por ejemplo Basf	Sí, de Camisea, sólo propano.
<b>Cracking Catalítico</b>	Craqueo de Hidrocarburos por catalizadores	Nafta	Se utiliza en mayor porcentaje en Grado Refinero	En Camisea poca Nafta, se necesitaría importar.
<b>Deshidroclorinación de parafinas clorinadas</b>	Se clorina parafinas para luego deshidroclorinarlas	Parafinas Dehidrogenadas	Actualmente poco debido al tema ambiental	No
<b>Deshidratación de alcoholes</b>	Se deshidrata alcoholes como el metanol utilizando catalizadores	Etanol	En pocos países	No
<b>Deshidrogenación de Parafinas</b>	Se deshidrogena parafinas para producir diolefinas (butano e isopreno)	Parafinas Ligeras, propano, n-butano, Isobutano.	Muy poco	No

Fuente: Petrochemical Process, Parte 1

De la Tabla N°IV-4 se deduce que por disponibilidad de materia prima los procesos favorecidos son el Steam Cracking y la Deshidrogenación Catalítica. En nuestro caso, elegimos el Steam Cracking por ser el proceso más usado comercialmente en el mundo.

#### 4.2.1 Breve Definición de Steam Cracking

El steam cracking o craqueo con vapor, es un proceso mediante el cual a elevadas temperaturas, en presencia de vapor de agua y en ausencia de catalizadores, tiene lugar la pirólisis de los hidrocarburos que componen la carga (alimentación al proceso).

Los productos deseados en este proceso son las olefinas ligeras como el etileno, el propileno y el 1,3-butadieno.

#### 4.2.2 Cargas para el proceso de Steam Cracking

Las cargas a las unidades de este proceso varían ampliamente, las más típicas son los líquidos del gas natural como el etano, propano y butano y las fracciones petrolíferas de la destilación atmosférica como la Nafta Ligera, GLP y Gas Oil.

Los rendimientos del Steam Cracking para diferentes tipos de carga se presentan en la Tabla N°IV-5:

**Tabla N°IV-5**

**Rendimientos de carga para un proceso de Steam Cracking**

		CARGAS				
		Líquidos del Gas Natural			Fracción Petróleo	
		Etano	Propano	Butano	Nafta	Gas Oil
PRODUCTOS	Etileno	0.80	0.40	0.36	0.23	0.18
	Propileno	0.03	0.18	0.20	0.13	0.14
	Butileno	0.02	0.02	0.05	0.15	0.06
	Butadieno	0.01	0.01	0.03	0.04	0.04
	Fuel Gas	0.13	0.38	0.31	0.26	0.18
	Gasolina	0.01	0.01	0.05	0.18	0.18
	Gas Oil	-	-	-	0.01	0.12
	Residuos	-	-	-	-	0.10

La Tabla N°IV-5 ilustra la influencia que tienen las diferentes cargas usadas en los procesos sobre la formación y distribución de sus productos.

Así por ejemplo, cuando se usa Nafta como carga, según las condiciones de operación que se empleen en el proceso, ésta nos puede dar 23% de etileno, 13% de propileno, 18% de gasolina, 1% de gas oil, etc.

Sin embargo, de acuerdo al análisis de la Tabla N°IV-4 enfocaremos la atención en utilizar derivados del Gas Natural, debido a que como materia prima nacional no se dispone de nafta petroquímica.

Otro aspecto que se debe observar son los porcentajes como carga de etano y propano que a continuación se describen en la Tabla N°IV-6.

**Tabla N°IV-6**  
**Conversión de carga para Steam Cracking**

	Carga	Porcentaje de la Carga	Denominación	Porcentajes de Conversión
1	Etano	100%		65%
2	Etano	100%		75%
3	Etano	50%	Cracking Mixto	65%
	Propano	50%		94%
4	Etano	50%	Cracking Separado	65%
	Propano	50%		80%
5	Etano	50%	Cracking Separado	65%
	Propano	50%		95%
6	Etano	50%	Cracking Separado	75%
	Propano	50%		80%
7	Etano	50%	Cracking Separado	75%
	Propano	50%		95%
8	<b>Propano</b>	<b>100%</b>		<b>80%</b>
9	<b>Propano</b>	<b>100%</b>		<b>95%</b>

La Conversión de la Carga o bien llamada Severidad son condiciones que también se toman en cuenta para realizar los diversos cálculos como el Balance de Materia (Carga/Producto), necesidades de servicios y estimaciones económicas, las cuales varían dependiendo de la carga. Llámese cracking mixto a configuraciones de los procesos en los cuales la alimentación es mezclada con mucha anticipación y posteriormente es alimentada por un solo conducto.

Analizando la Tabla IV-5 podemos observar que el propano, como alimentación, nos proporciona etileno y propileno en mayores porcentajes, lo cual es una ventaja porque necesitaríamos estos dos productos y los conseguiríamos a través de un sólo proceso, entonces los cálculos realizados se harán para el Propano con los casos de 80 y 95 por ciento de conversión.

#### 4.2.3 Cargas para los procesos de Polimerización

Por lo general, los procesos de Polimerización, para el caso de PE y PP, se dan en relaciones 1 a 1 en peso con respecto a sus insumos como en el etileno y propileno respectivamente; bajo condiciones de producción se harán estos primeros cálculos haciendo las siguientes suposiciones:

- 1) Que las plantas trabajarán durante 8,000 horas de operación durante un año.
- 2) Que la conversión de olefinas a poliolefinas es 99 por ciento.
- 3) Que las plantas trabajarán al 80 por ciento de su capacidad instalada para no generar cuellos de botella en caso de que la demanda de producción crezca más de lo pronosticado.

Entonces, de la Tabla N°IV-3:

Producción Proyectada de PE MTm/año	Conversión	Capacidad instalada	Materia prima requerida de Etileno al 100% MTm/año
197.55	99%	80%	<b>249.43</b>

Realizando un redondeo se tendría que la capacidad total de la planta para producir etileno por medio del proceso de Steam Cracking sería de 250 MTm. / año.

Con estos datos se realizarán los cálculos para el dimensionamiento teniendo como carga de la alimentación Propano utilizando toda la capacidad instalada para obtener 250 MTm/año de Etileno, aplicados a los casos de 80 y 95 por ciento de conversión, con lo cual se tiene la siguiente tabla:

**Tabla N°IV-7**

**Balances de Materiales teniendo Propano al 80% y 95 % de Conversión**

<b>Capacidades (Tm/año) Etileno:</b>		<b>250,000</b>	
	<b>Alimentación :</b>	<b>Propano</b>	
<b>Conversión de la alimentación :</b>		<b>80%</b>	<b>95%</b>
<b><u>Balance de Materiales (kg/hr) :</u></b>			
<b>Alimentación :</b>			
	Propano :	71,091	69,377
	Vapor para Reactor :	141	137
	<b>Total:</b>	<b>71,232</b>	<b>69,514</b>
<b>Productos :</b>			
	H2+CH4 Off Gas :	18,189	20,239
	Etileno (GP) :	31,250	31,250
	Propileno (GP) :	16,312	8,458
	Mezcla C4s :	2,367	4,010
	C5 + :	3,044	5,499
	Gases Acidos :	70	58
	<b>Total :</b>	<b>71,232</b>	<b>69,514</b>
	<b>Etileno Tm/año :</b>	<b>250,000</b>	<b>250,000</b>
	<b>Propileno Tm/año :</b>	<b>130,499</b>	<b>67,664</b>

Fuente: ABB Lummus

Analizando la Tabla N°IV-7 se tiene que para las conversiones del propano de 80% tendríamos producciones más alta de Propileno (16,312 vs. 8,458 kg/hr).

Considerando la misma planta, pero trabajando al 80 por ciento de su capacidad instalada (fuente ABB-Lummus) se tiene el siguiente cuadro:

**Tabla N°IV-8**

**Producción de Olefinas Trabajando al 80 por ciento de Capacidad Instalada y con 80 por ciento de Conversión**

	<b>Alimentación :</b>	<b>Propano</b>
<b>Conversión de la alimentación :</b>		<b>80%</b>

**Balance de Materiales (kg/hr) :**

**Alimentación :**

Propano :	<b>57,502</b>
Vapor para Reactor :	115
<b>Total:</b>	<b>57,617</b>

**Productos :**

H2+CH4 Off Gas :	14,712
<b>Etileno (GP) :</b>	<b>25,277</b>
<b>Propileno (GP) :</b>	<b>13,194</b>
Mezcla C4s :	1,915
C5 + :	2,462
Gases Acidos :	57
<b>Total :</b>	<b>57,617</b>

<b>Etileno Tm/año :</b>	<b>202,213</b>
<b>Propileno Tm/año :</b>	<b>105,554</b>

**Reciclados:**

Etano :	5,235
Propano :	15,111

Fuente: ABB Lummus

Considerando la información generada en la Tabla N°IV-8 se necesitará una planta que procese 25,277 kg/hr ó 202,213 Tm/año de etileno, la cual puede producir, según fuente ABB-Lummus, 25,506 kg/hr ó 204,048 Tm/año de Polietileno (PE) basado en operación HDPE. Si consideramos una planta de polimerización de 250 MTm/año de PE y la haríamos trabajar al 81.62 por ciento de capacidad instalada, ésta procesaría los 25,277 kg/hr de etileno de la planta de steam cracking. La siguiente tabla describe lo mencionado:

**Tabla N° IV-9**

**Producción de Poliolefinas - Polietileno (PE)**

<b>Capacidad Instalada :</b>	81.62%	100%
------------------------------	--------	------

**Balance de Materiales :**

**Alimentación :**

<b>Etileno :</b>	25,277	30,969	Kg/hr
	202,213	274,752	Tm / año
Nitrógeno :	1,352	1,656	Nm3/hr
Hexeno :	419	513	Kg/hr
Isobutano :	145	178	Kg/hr
Hidrógeno :	1	1	Kg/hr
Estabilizadores :	258	316	\$/hr
<b>Total:</b>	<b>25,482</b>	<b>31,661</b>	<b>Kg/hr</b>

**Productos :**

<b>Polietileno :</b>	25,506	31,250	Kg/hr
	<b>204,048</b>	250,000	Tm/año
Pesados :	25	31	Kg/hr
Off Gas, Retorno al Cracker :	191	234	Kg/hr
<b>Total:</b>	<b>25,722</b>	<b>31,516</b>	<b>kg/hr</b>

**Notes** : Basado en HDPE

Fuente: ABB Lummus

De la misma forma , considerando la información generada en la Tabla N°IV-8 se necesitará una planta que procese 13,194 kg/hr o 105,554 Tm/año de propileno, la cual puede producir, según fuente ABB-Lummus, 11,087 kg/hr u 88,699 Tm/año de Polipropileno (PP) basado en operación homopolímero. Si consideramos una planta de polimerización de 110 MTm/año de PP y la haríamos trabajar al 80.64 por ciento de capacidad instalada, ésta procesaría los 13,194 kg/hr de propileno de la planta de steam cracking. La siguiente tabla describe lo mencionado:

**Tabla N°IV-10**

**Produccion de Poliolefinas – Polipropileno (PP)**

<b>Capacidad Instalada :</b>	80.64%	100%
------------------------------	--------	------

**Balance de Materiales :**

**Alimentación :**

<b>Propileno</b>	13,194	16,363	Kg/hr
	105,554	130,904	Tm / año
Nitrógeno :	510	633	Nm3/hr
Hidrógeno :	2	3	Kg/hr
Estabilizadores :	166	206	\$/hr
<b>Total:</b>	<b>13,196</b>	<b>16,366</b>	<b>Kg/hr</b>

**Productos :**

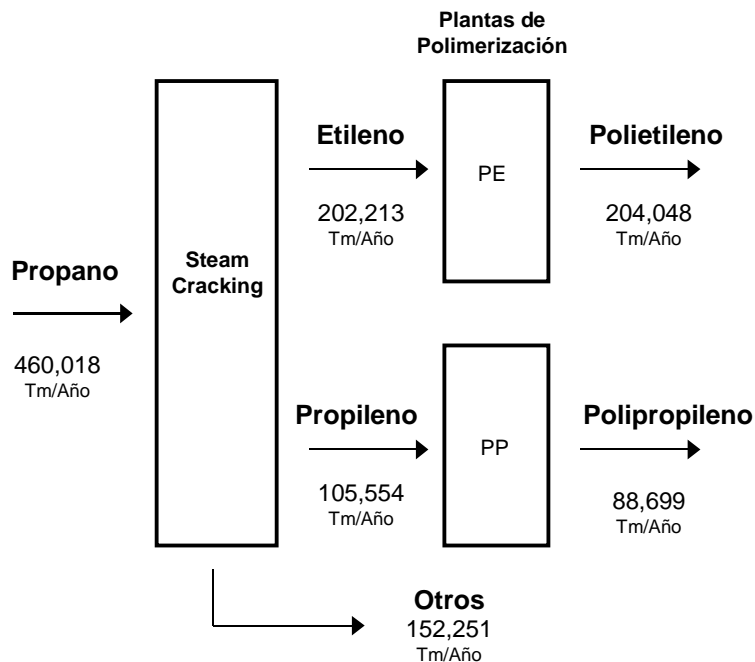
<b>Polipropileno :</b>	11,087	13,750	Kg/hr
	<b>88,699</b>	110,000	Tm/año
Off Gas, Retorno al Cracker :	1,996	2,475	Kg/hr
<b>Total:</b>	<b>13,083</b>	<b>16,225</b>	<b>kg/hr</b>

**Notes :** Basado en homopolímero

Fuente: ABB Lummus

Luego, en resumen, teniendo como referencia los objetivos de mercado podríamos diagramar las producciones de olefinas y poliolefinas sugerido, ver Gráfico N°IV-1:

**Gráfico N°IV-1**



Con los datos proporcionados se confeccionó la siguiente tabla:

## Tabla N°IV-11

### Producciones y Consumos de Poliolefinas en Tm

1	Producción de PE	204,048	
2	Producción de PP	88,699	
3	Proyección de Consumo de Poliolefinas Mercado Nacional	126,070	de Tabla N°IV-2
4	Exportación a Latinoamérica (1+2-3)	166,677	
5	Mercado Latinoamericano al 4 <sup>to</sup> año de Operación - 2012	10'438,000	de Tabla N°IV-1
	Captación % de Mcd. Latinoamericano (4/5)	<b>1.6%</b>	

Con los datos obtenidos podemos aceptar las Hipótesis formuladas en forma parcial, los objetivos serán ajustados luego del análisis de la disponibilidad del insumo.

#### **4.3 De la Disponibilidad del Insumo - Gas Natural**

Los yacimientos San Martín y Cashiriari, conjuntamente conocidos como Bloque 88, Camisea, son una importante reserva de gas natural.

El volumen de gas "in situ" probado es de 8.7 trillones de pies cúbicos (TPC) con un estimado de recuperación final de 6.8 TPC de gas natural (factor de recuperación: 78 %) y 411 millones de barriles de líquidos de gas natural asociados (propano, butano y condensados).

El potencial del Bloque 88 está estimado en 11 TPC de gas natural (el volumen de gas "in situ" probado más probable). El estimado de recuperación final considerando los volúmenes probados más los probables es 8.24 TPC de gas y 482 millones de barriles de líquidos de gas natural.

Las reservas de Camisea son diez veces más grandes que cualquier otra reserva de gas natural en el Perú.

Camisea consiste en la explotación de estas reservas y operación de dos ductos, un gasoducto para gas natural y un poliducto para líquidos de gas natural y la red de distribución para gas natural en Lima y Callao. Los ductos permitirán que el gas natural y los líquidos estén disponibles para consumo doméstico y para exportación. El gas natural será transportado a Lima, el principal centro de consumo.

El desarrollo de las reservas de Camisea es un proyecto que empezó hace varios años atrás.

En febrero de 2000, mediante una licitación pública internacional, el Gobierno peruano adjudicó la licencia para la explotación de los hidrocarburos al consorcio Camisea.



Esta explotación consiste en una licencia por 40 años para la extracción de gas natural e hidrocarburos líquidos.

En octubre de 2000, se adjudicaron las concesiones para el transporte de líquidos y gas natural las cuales incluyeron la construcción y operación de dos gasoductos, uno para gas natural de 714 km de largo y otro para líquidos de gas natural (NGL) de 540 km de largo. Los dos gasoductos corren en paralelo desde los campos de Camisea, ubicados 431 km al este de Lima, hasta la costa peruana, 200 km al sur de Lima, donde el gasoducto de NGL termina en una Planta de Fraccionamiento. Desde el área de la Planta de Fraccionamiento, el gasoducto de gas natural gira hacia el norte y se dirige, paralelo a la costa, hasta el City Gate en Lima. El gasoducto de gas natural está diseñado para el transporte inicial de 285 millones de pies cúbicos por día, mientras que el ducto de NGL está diseñado para el transporte inicial de 50,000 barriles por día.

En la Planta de Fraccionamiento, los líquidos de gas natural (LGN) provenientes de la Planta Malvinas (procesamiento de gas) se fraccionarán en productos de calidad comercial: propano y butano (conocidos como GLP, gas licuado de petróleo) y condensados.

El propano y butano serán comercializados en el mercado interno y los saldos serán exportables.

Los condensados irán a una torre de destilación de donde se obtiene nafta virgen para exportación y diesel para el mercado interno.

En cuanto a la logística de distribución, los productos destinados al mercado interno serán transportados principalmente a través de camiones y los exportables mediante buques. La Planta de Fraccionamiento incluye una unidad de fraccionamiento para producir propano y butano, y una unidad de destilación primaria para producir nafta, diesel. La Planta también tiene tanques refrigerados de almacenamiento de propano y butano a presión atmosférica y tanques atmosféricos convencionales para el almacenamiento de los productos de la unidad de destilación primaria.

Se estima que la producción inicial de la Planta de Fraccionamiento en la localidad de Lobería – Pisco es de la siguiente manera:

**Tabla N°IV-12**

	<b>MBPD</b>	<b>%</b>
<b>Propano</b>	10.3	21
<b>Butano</b>	7.3	15
<b>Gasolina</b>	9.9	20
<b>Nafta</b>	7.6	15
<b>Kerosene</b>	12.8	26
<b>Diesel</b>	2.1	4.2

Fuente: Estimado de Producción Consorcio Camisea

**Tabla N°IV-13**

	<b>Bbl/día</b>	<b>Kg/Hr</b>	<b>Tm./año</b>
<b>Propano de Camisea</b>	10,300	34,645	303,494

(Densidad del Propano Líquido = 0.50776 a 15°C Engineering Data Book Gas Processors Suppliers Association, 1998)

Para cumplir con la producción de Etileno planeada 202,213 Tn/año (Tabla N°IV-8) se necesitan 57,502 kg/hr de propano. Por lo tanto, la diferencia se calcula en la siguiente tabla:

**Tabla N°IV-14**

	<b>Materia prima necesaria para el proyecto</b>	<b>Producción de Camisea</b>	<b>Otro Proveedor</b>
<b>Propano (kg/hr)</b>	57,502	34,645	22,857

Los 22,857 kg/hr de propano, 40 por ciento de lo requerido, sería importado y/o abastecido por otro proveedor.



## CAPITULO V

### DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS Y USOS DE LOS PRODUCTOS

A continuación, se procederá a describir en términos generales del proceso de Steam Cracking (que corresponde a una operación de nafta petroquímica) y los procesos de polimerización.

#### 5.1 Descripción Genérica del Proceso de Steam Cracking

Las olefinas son hidrocarburos acíclicos insaturados. Los de mayor interés en cuanto a sus aplicaciones son aquellos que poseen de dos a cinco átomos de carbono; es decir, el etileno, propileno, n-buteno, butadieno e isopreno.

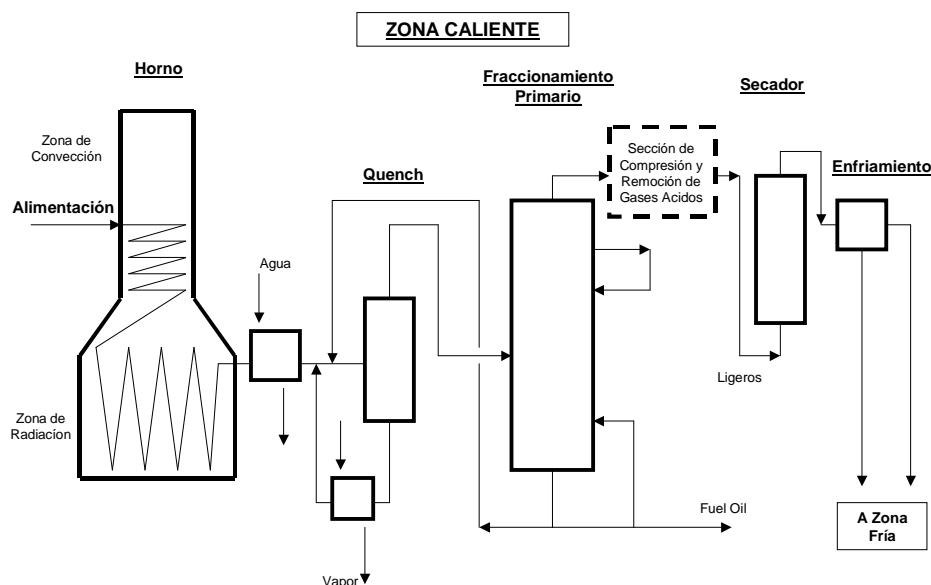
El etileno y el propileno se pueden obtener por medio del proceso llamado Steam Cracking, usando como carga el propano y butano contenidos en el gas natural. Este proceso tiene lugar por la rotura de los enlace C-C con producción de radicales libres y formación de olefinas.

Este proceso consta de zonas bien diferenciadas, la **Zona Caliente**, en donde se tiene lugar las reacciones de Cracking que conducen a la formación de un gran número de compuestos, y la **Zona Fría**, en donde se separa los productos formados.

##### 5.1.1 Reacciones de Cracking – Zona Caliente

La carga de hidrocarburos junto con el vapor de dilución se precalienta en la zona de **convección** del horno de Cracking, ver Gráfico N°V-1. Juntos pasan a la zona de **radiación** del horno donde tiene lugar las reacciones principales.

Gráfico N°V-1



Fuente: Petrochemical Process, Parte 1

Para evitar que se desarrollen reacciones secundarias que conducen a la formación de productos no deseados se procede a enfriar rápidamente los efluentes que salen del horno. Este enfriamiento violento se hace por medio de un intercambiador, con el cual se aprovecha además el calor para generar vapor de agua de alta presión.

Una vez enfriado el producto se procede a un fraccionamiento primario para separar el producto pesado (fuel oil) del resto de los productos (gases+gasolina). De estos últimos, se separan los gases los cuales son licuados (menos de  $-73^{\circ}\text{C}$ ) y comprimidos hasta la presión necesaria y enviados a la Zona Fría.

Aspectos más importantes:

- a) Vapor de Agua, siendo inerte proporciona una disminución en la presión parcial de los hidrocarburos disminuyendo la tendencia a la formación de coke. Favorece a la transmisión de calor gracias a su alta conductividad térmica. Tiene un efecto oxidante sobre las paredes de los tubos, suficiente para disminuir el efecto catalítico del hierro y el níquel, que de no ser así promovería, en exceso, la formación de coke. Dentro de las desventajas esta el calentarlo (aumenta el costo) y luego volver a separarlo de los productos craqueados refrigerándolo y condensándolo.
- b) El Horno de Cracking, la diferencia fundamental esta en la zona de radiación donde los serpentines son en realidad reactores. Los tiempos de residencia están en el rango de 0.5 a 1.2 segundos para maximizar la producción de olefinas y minimizar BTX y líquidos pesados.
- c) Es necesaria la separación de gases ácidos y agua, de los gases que van a la Zona Fría ya que contienen azufre (en forma de  $\text{H}_2\text{S}$  y mercaptanos ligeros), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$  formado en las reacciones de vapor con coke) y agua (para evitar la formación de cristales de hielo cuando se licúe el gas de interés).

Para los gases ácidos el lavado con monoetanolamina (MEA) y/o con sosa son los procedimientos más comunes. Para extraer el agua se usa glicol y/o desecantes sólidos como la alúmina, la fluorita y el driosel.

- d) Sucesivas etapas de compresión, presiones altas para aprovechar el efecto Joule-Thompson y generar frío en la etapa de la zona fría.

### **5.1.2 Separación de Olefinas – Zona Fría**

Se hace físicamente, sometiendo los gases que salen del proceso de la Zona Caliente a una serie de separaciones por medio de columnas de destilación para obtener corrientes ricas en los productos deseados.

Los hidrocarburos son compuestos no polares y en general al elevar la presión para el fraccionamiento se puede observar que:

- Los productos de cabeza se pueden condensar a temperaturas más elevadas, por lo que no se necesita niveles térmicos tan fríos como en el caso en que la presión fuera más reducida.

- Se necesitan más etapas teóricas de fraccionamiento para conseguir una separación determinada.

Posteriormente por medio del efecto Joule-Thompson, que consiste en elevar la presión y seguidamente efectuar una expansión isoentrópica, se genera los niveles de frío adecuado para separar los hidrocarburos.

Aquí se deben tener en cuenta las temperaturas de ebullición a 1 atm., del metano  $-161^{\circ}\text{C}$ , etano  $-88.9^{\circ}\text{C}$ , etileno  $-103^{\circ}\text{C}$ , propileno  $-47.5^{\circ}\text{C}$  y butadieno  $-4.3^{\circ}\text{C}$ .

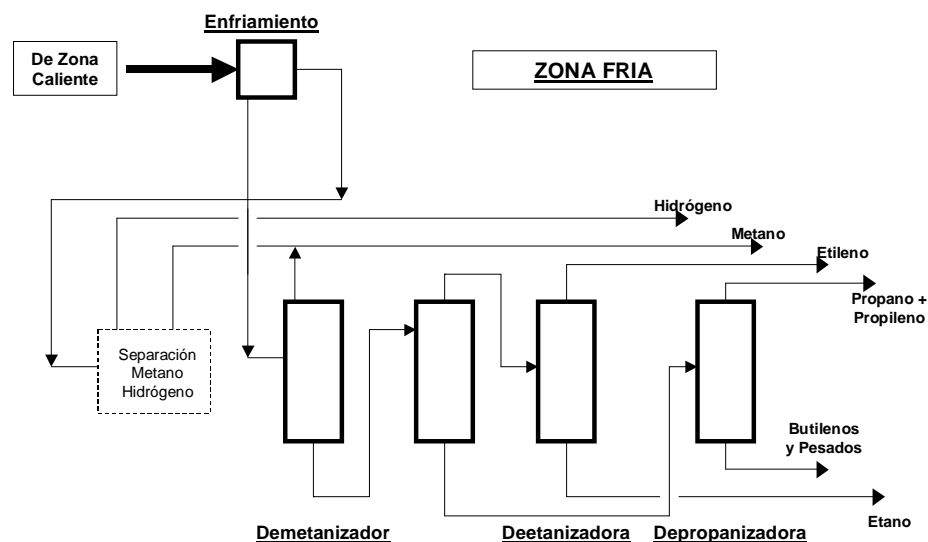
En general el proceso es como el Gráfico N°V-2, pero las tecnologías han cambiado sus esquemas en forma independiente.

En esta figura, vemos cómo la alimentación se introduce a la primera columna de destilación llamada demetanizadora, en donde se extrae el hidrógeno y el metano por el tope o parte superior de la columna. Opera con un perfil de presiones entre 33.5 y 8 bar y un perfil de temperaturas desde  $-98$  y  $-130^{\circ}\text{C}$ .

Los productos que salen del fondo se hacen pasar por una segunda columna llamada deetanizadora, en donde se separa el etano y el etileno por el tope para separarlos entre sí en una tercera columna. Por lo regular, la alimentación a esta columna es a condiciones de  $31\text{ Kg/cm}^2$  y  $-35^{\circ}\text{C}$ .

El etileno obtenido en esta última tiene una pureza de 98-99% que es suficiente para la fabricación de óxido de etileno. Pero si se desea usar el etileno para hacer polietileno de alta densidad lineal que requiere una pureza de 99.9%, entonces es necesario someter el etileno a una mayor purificación en la columna fraccionadora para etilenos, lo que aumenta su costo operativo pero también su valor como producto.

**Gráfico N°V-2**



Fuente: Petrochemical Process, Parte 1

Regresando a la deetanizadora, lo que se saca del fondo de la misma se envía a una columna de separación llamada depropanizadora, en donde se separa por el tope una mezcla de propano- propileno.

Existen procesos petroquímicos en donde se puede aprovechar el propileno junto con el propano, como en el caso de la fabricación del tetrámero de propileno usado en los detergentes sintéticos. Pero en otros casos, como el de la fabricación de polipropileno es necesario someter la mezcla a purificaciones posteriores.

Por el fondo de la depropanizadora se extrae la fracción que contiene las olefinas con cuatro átomos de carbono en adelante. Esta fracción se somete a otras separaciones para eliminar de la fracción los productos más pesados que vienen desde el horno reactor, tales como pentanos, pentenos, benceno, tolueno etc. (todos ellos líquidos).

Posteriormente, por medio de otros equipos de separación, se obtienen los butenos, isobutenos, butano, isobutano, butadieno e isopreno, siendo el más importante para la petroquímica el butadieno.

### 5.1.3 Tecnologías disponibles para la producción de Etileno

La distribución porcentual de la capacidad de fabricación de etileno instalada en el mundo según procesos es aproximadamente como sigue:

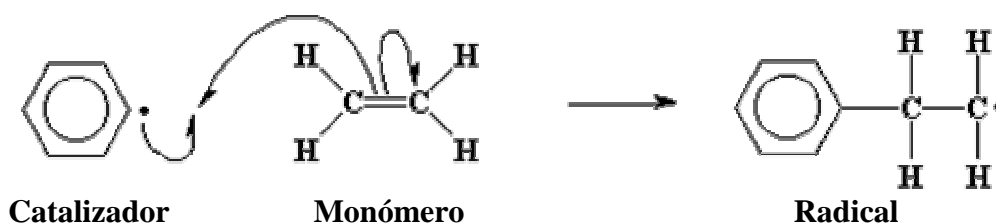
<u>PROCESO</u>	<u>PORCENTAJE (%)</u>
ABB - Lummus	38
Stone & Webster	25
Braun	13
Kellog	11
Linde	8
Otros	5

### 5.2 Descripción Genérica del Proceso de Polimerización

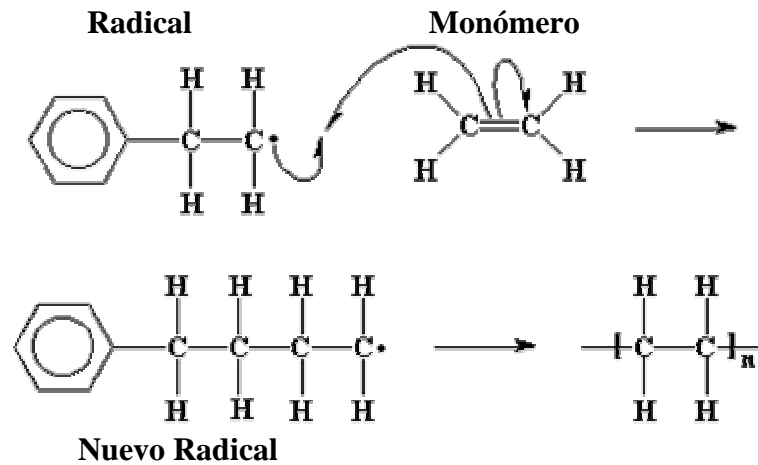
El proceso de polimerización puede ser una reacción de adición o una reacción de condensación. Para nuestro caso la reacción que se adecua químicamente es la de adición. Las adiciones envuelven a monómeros que contienen un doble enlace C-C como  $\text{CH}_2=\text{CH-R}$ . Si R es hidrógeno, entonces el monómero es etileno; si R es un grupo metilo, entonces el monómero es propileno. Este tipo de polimerización es una técnica para adicionar monómeros conformando compuestos de alto peso molecular.

Esto involucra 3 pasos:

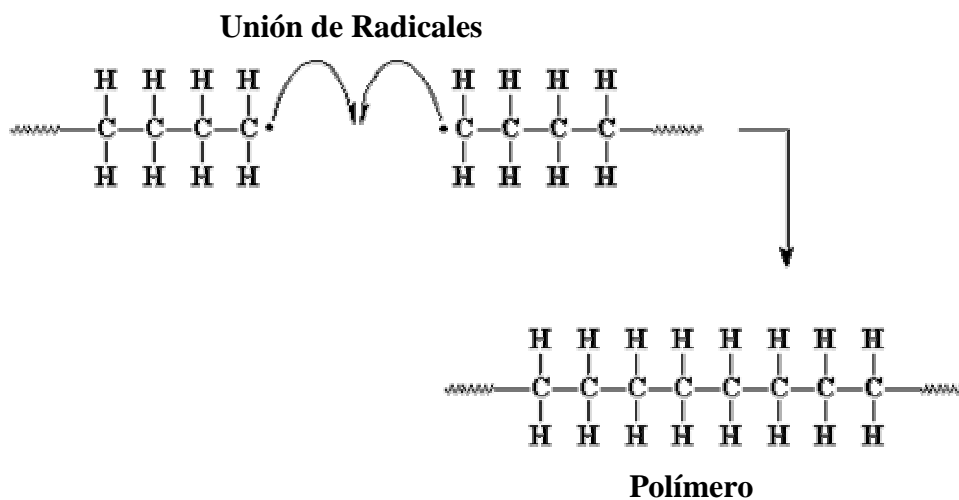
- 1. Iniciación.** Se inicia la reacción con un catalizador el cual al calentarse hace cambiar sus radicales libres reactivos los cuales reaccionan con los monómeros transfiriendo la condición de valencia insatisfecha al final del monómero. En este momento el nuevo radical esta formado.



**2. Propagación.** Ahora el nuevo radical reacciona con otro monómero molecular para dar un nuevo radical libre el cual reacciona con otro monómero y así se propaga la reacción. Esta cadena crece continuamente hasta que su propagación termina. La propagación o paso de crecimiento usualmente toma un par de segundos. Para este momento en algunos casos el número de monómeros en la cadena puede ser de 1000 a más.



**3. Terminación.** Varios mecanismos son usados para detener la propagación. La vía común es cuando la concentración del monómero es tan baja que la cadena de radical libre dimeriza. En este proceso se puede conseguir polímeros ramificados cortos o largos. Cadenas cortas pueden ser deliberadamente adicionadas usando co-monómeros como el buteno o hexeno.



### 5.2.1 Características Generales de los Procesos de Polimerización

Para obtener estos productos todos los procesos constan como mínimo de los siguientes pasos, ver Gráfico N°V-3:

## A) Purificación de la materia prima

La materia prima es tratada para remover contaminantes los cuales pueden afectar negativamente la eficiencia del catalizador. Otros productos químicos especificados son usados simplemente sin el tratamiento adicional.

## B) Reactor

Un compresor hace circular el gas a un intercambiador de calor y de ahí al lecho del reactor donde se produce la reacción. El producto es transportado al sistema Degassing.

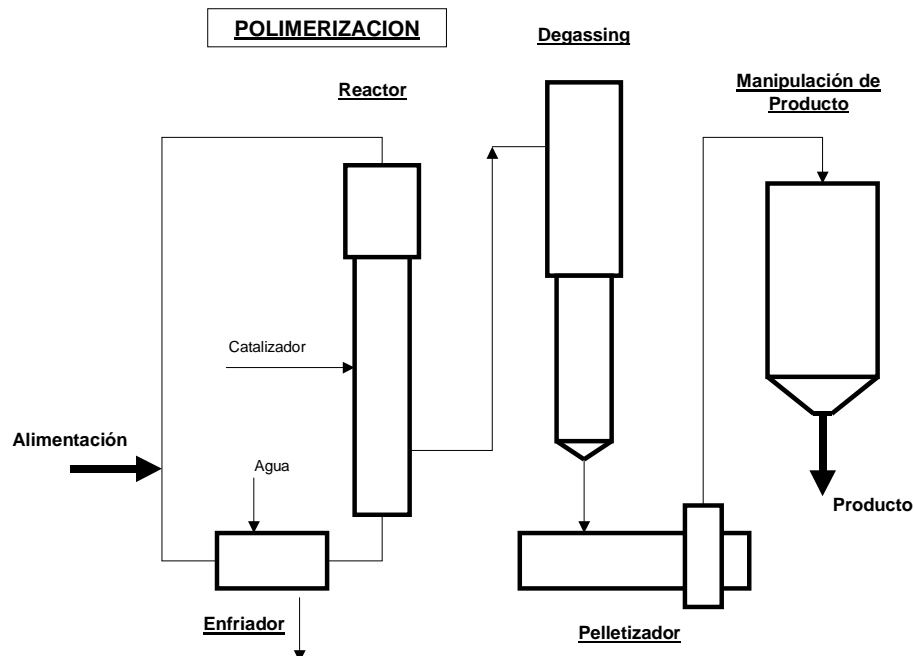
## C) Degassing

En esta operación el producto es tratado para remover hidrocarburos residuales y volátiles. Posteriormente los productos obtenidos se combinan con aditivos y son alimentados al sistema de pelletización.

## D) Pelletización

La combinación de aditivos y resinas son intensamente mezcladas y moldeadas antes de ser pelletizadas. Después de ser secadas, los pellets son transportados a la unidad de manipulación de producto.

**Gráfico N°V-3**



Fuente: Linde KCA- Dresden

## E) Unidad de manipulación de producto

Sección del proceso total hecho a solicitud del cliente. Pueden ser equipos para transportar fases diluidas o densas, las cuales serán mezcladas, embolsadas, empaquetadas, etc.

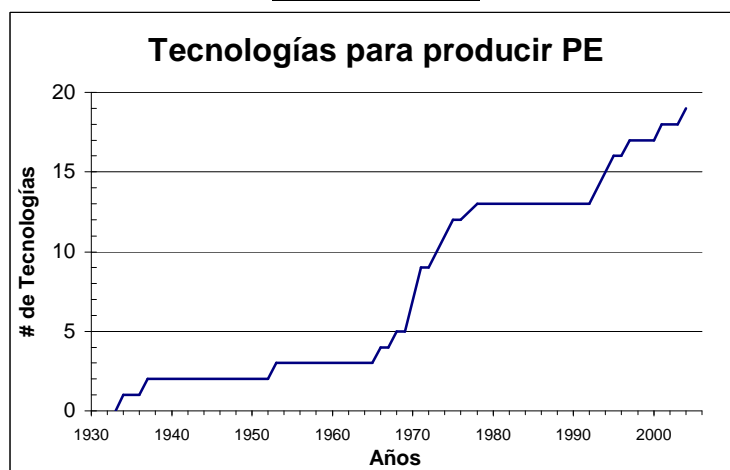


## 5.2.2 Tecnologías disponibles para la producción de Poliolefinas

A nivel mundial se tiene una gran variedad de tecnologías para la polimerización entre las cuales se pueden mencionar Linde, Novolen, Dow, Hoechst, Unipol, Lipp Process, Arco, ICI, Basf, Chevron-Phillips, Koppers.

El Gráfico N°V-4 indica el historial de crecimiento de diversas tecnologías para la producción de Polietileno.

**Gráfico N°V-4**

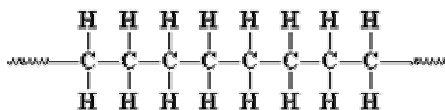


Fuente: Chem Systems

## 5.3 Descripción Genérica de las Poliolefinas y sus usos

### 5.3.1 PE

- El **HDPE** (polietileno de alta densidad) es un polímero de **cadena lineal no ramificada**.



Su resistencia química y térmica, así como su opacidad, impermeabilidad y dureza son superiores a las del polietileno de baja densidad. Se emplea en la construcción y también para fabricar prótesis, envases, bombonas para gases y bidones o contenedores de agua y combustible. Debido a sus propiedades, se emplea para hacer recipientes moldeados por soplado. Los objetos fabricados con HDPE se identifican, en el sistema de identificación americano SPI (Society of the Plastics Industry), con el siguiente símbolo en la parte inferior o posterior:

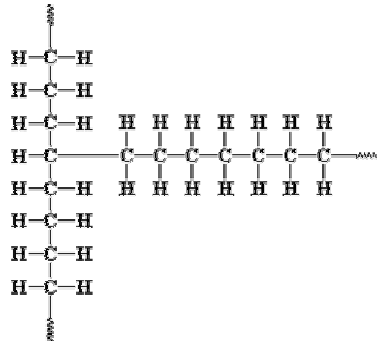


Las tuberías fabricadas con este material son flexibles, fuertes y resistentes a la corrosión, por lo que se utilizan ante todo para transportar productos corrosivos y abrasivos. También se usan en la perforación y transporte de petróleo crudo y gas.

El polietileno en fibras muy finas interconectadas entre sí y formando una red continua sirve para hacer cubiertas de libros y carpetas, tapices para muros, etiquetas, batas de laboratorio, mandiles, y forros de sacos para dormir.

El HDPE se produce normalmente con un peso molecular que se encuentra en el rango entre 200.000 y 500.000, pero puede ser mayor. El polietileno con peso molecular entre 3.000.000 y 6.000.000 se denomina UHMWPE (Ultra High Molecular Weight Polyethylene). Con este material se producen fibras, tan fuertes, que pueden utilizarse para fabricar chalecos a prueba de balas.

- El **LDPE** (polietileno de baja densidad) es un polímero de **cadena ramificada**.



Se obtiene por polimerización del etileno a altas presiones (aproximadamente 1200 atm y 200° C). Es un sólido más o menos flexible, según el grosor, ligero y buen aislante eléctrico. Se trata de un material plástico que por sus características y bajo costo se utiliza mucho en envasado, revestimiento de cables y en la fabricación de tuberías. Los objetos fabricados con LDPE se identifican, en el sistema de identificación americano SPI (Society of the Plastics Industry), con el siguiente símbolo en la parte inferior o posterior:



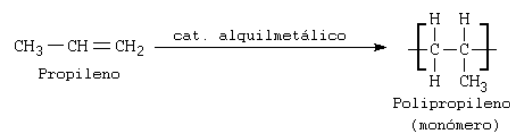
- El **LLDPE** (polietileno lineal de baja densidad) es un polímero con ramificaciones muy cortas y uniformes que hacen que su temperatura de fusión y su resistencia a la tracción y al agrietamiento sean superiores a las del polietileno de baja densidad. Posee características muy particulares, entre las que se cuenta la de poder hacer películas más delgadas y resistentes. Estas películas se utilizan en la fabricación de las bolsas y toda clase de envolturas usadas en el comercio. Son muy útiles en la fabricación de pañales desechables, por ejemplo.

Ambos tipos de polímeros, LDPE y LLDPE sirven para hacer hojas, moldeo por inyección, papel, y recubrimientos de cables y alambres. También se emplean en muchas aplicaciones que no requieren gran rigidez, como tuberías de riego, film plástico en general. Es fino y flexible y tiene elevado potencial de reciclado mecánico.

Empleando el moldeo por inyección se fabrican toda clase de juguetes y recipientes alimenticios.

### 5.3.2 PP

El PP comenzó a ser comercializado en forma algo más tardía que otros termoplásticos, siendo la primera en hacerlo la firma Montecatini en la segunda mitad de la década del '50.



El amplio rango de productos se compone básicamente de tres grupos:

- **Homopolímeros**, obtenidos exclusivamente por polimerización de propileno con un alto grado de cristalinidad (PP isotáctico) que permite elaborar piezas con elevada rigidez, dureza y resistencia mecánica.
- **Copolímero Random**, donde se incorporan pequeños volúmenes de etileno además del propileno en la polimerización. Resultan productos de menor cristalinidad, pero con mayor transparencia, mayor resistencia al impacto y menor temperatura de fusión.
- **Copolímeros de Impacto (Heterofásicos)**, tiene un contenido mayor de etileno y los copolímeros en bloque resultantes tienen una muy alta resistencia al impacto, en especial a bajas temperaturas dado que su estructura tiene características gomosas.

La mejor clasificación de PP por usos y aplicaciones parece ser la que considera el tipo de proceso de transformación en que se aplica. El orden puede variar según el país y los más importantes son:

- **Inyección**, el material fundido es enviado a un molde que permite obtener una variedad de artículos. Con homopolímero se elaboran entre otros: envases herméticos, tapas, muebles de jardín, juguetes, artículos de menaje, materiales médicos descartables. Algunos de estos artículos también se elaboran con copolímeros random (envases para quesos y yogurt, por ejemplo). Con copolímeros de impacto y por inyección se producen: baldes o pails industriales, envases para helados, cajas de batería y muchas piezas automotrices.
- **Película (film)**, se usa casi siempre homopolímero existiendo diversos tipos de films: OPP (monoorientado, para cintas de pañal, por ejemplo), BOPP (film biorientado muy utilizado para envasar alimentos, golosinas, galletas y cigarrillos) y cast film

(film plano). Permite obtener una película delgada transparente con buenas propiedades de barrera y alto brillo.

- **Rafia**, se usan homopolímeros para la elaboración de tejidos de bolsa (coating de rafia, película plana).
- **Fibras**, es una aplicación de homopolímeros que permite obtener fibras cortadas y filamentos continuos utilizados en alfombras, cordeles y productos non-woven (no tejido) para pañales descartables, toallas femeninas, en muebles, etc.
- **Extrusión y soplado**, esta aplicación relativamente creciente permite obtener botellas y envases para alimentos (jugos, por ejemplo), productos de higiene y limpieza tanto con homopolímero como con ambas variedades de copolímeros. Por extrusión también se fabrican tubos y cañerías.
- **Termoformados**, se usa para elaborar envases descartables (bandejas, vasos y recipientes) de alta transparencia y resistencia, tanto con homopolímero como copolímeros random y de impacto (corrugados).

Los objetos fabricados con PP se identifican, en el sistema de identificación americano SPI (Society of the Plastics Industry), con el siguiente símbolo en la parte inferior o posterior:



## CAPITULO VI

### CRITERIOS Y SELECCION DE TECNOLOGIA

#### **6.1 Criterios de Selección**

Para realizar la selección adecuada de una tecnología debemos ayudarnos de criterios que nos indiquen como es su experiencia, sus ventajas tecnológicas y sus recursos, entre otros, para asegurar el éxito de la operación, obtener máxima rentabilidad y reducir costos en el menor tiempo y la mejor forma posible.

Por tal motivo debemos hacer las siguientes preguntas:

1. ¿El asesoramiento para cualquier parte del proyecto es rápido y con objetividad?
2. ¿Tienen un planeamiento detallado que asegure la rapidez del proyecto?
3. ¿Tienen los recursos y la flexibilidad para un intercambio de tecnología apropiado con otras tecnologías?
4. ¿Los servicios de esta tecnología se extienden desde la Investigación y Desarrollo hasta los productos comerciales incluyendo diseño y construcción del proyecto?
5. ¿Tienen las facilidades y equipos del tamaño y tipo correctos para los procesos planteados? ¿Son flexibles en la selección de otras marcas si se diera el caso, sin que esto dificulte el mantenimiento Preventivo y/o Correctivo o en una eventual ampliación de planta requerida en el futuro?
6. ¿Ofrecen plantas totalmente automatizadas y monitoreos en tiempo real?
7. ¿Se ofrecen monitoreos y controles de corrosión en tiempo real?
8. ¿Ofrecen servicios de integración con otras áreas de la empresa como Logística, Ventas y Contabilidad?
9. ¿Tienen servicios de transporte y manipuleo de las facilidades y equipos a instalar?
10. ¿Los diseños de las plantas contemplan todas las normas de Medio Ambiente, Seguridad Industrial y Seguridad (OSHA, EPA, etc)?
11. ¿Tienen los expertos requeridos? ¿Estos tienen la experiencia en este tipo de procesos para asegurar que se tengan los productos esperados en condiciones seguras? ¿Están familiarizados con los procesos analíticos y de control de calidad necesarios?
12. ¿Pueden proveer de personal con experiencia como Ingenieros y Gerentes de Producción?
13. ¿Pueden capacitar al personal que quedará a cargo de la planta en el funcionamiento y control de la misma?
14. ¿Ofrecen servicios en áreas como Legal, Regulaciones, Medio Ambiente, Salud, Seguridad Industrial, Ingeniería Química y Corrosión, Estudios de Riesgos, Calidad Total (ISO, QA/QC) y Desarrollo Sostenible?
15. ¿Garantizan absoluta confidencialidad y protección a la propiedad

intelectual bajo generación de contratos?  
16. Cantidad de plantas construidas en el mundo.

Las respuestas a estas interrogantes nos ayudarían a seleccionar la tecnología desde el punto de vista de Investigación, Química y Corrosión, Producción, Tecnología de la Información, Recurso Humano, Legal, Logístico, Ambiental y de Gestión Empresarial. Debido a que se dispone de mayor información de la tecnología Lummus de ABB se ha procedido a describirla en los items que a continuación se exponen.

## **6.2 Tecnología Seleccionada para producción de Etileno y Propileno**

La tecnología de ABB-Lummus es el proceso más aplicado en todo el mundo para la producción de etileno y propileno en grado polímero por el proceso de Steam Cracking. El proceso es particularmente bien conocido por su funcionamiento, incluyendo la eficiencia en producción y energía, bajo costo de inversión y su confiabilidad de operación. Clientes han seleccionado la tecnología de ABB para más de 175 proyectos, lo cual contabiliza cerca del 40% de la capacidad de etileno a nivel mundial. La experiencia de ABB abarca diseño de plantas para capacidades hasta los 1'035,000 Tn / Año, y alimentaciones desde etano hasta gas oil.

### **6.2.1 Descripción del Proceso ABB-Lummus. (Gráfico N°VI-1)**

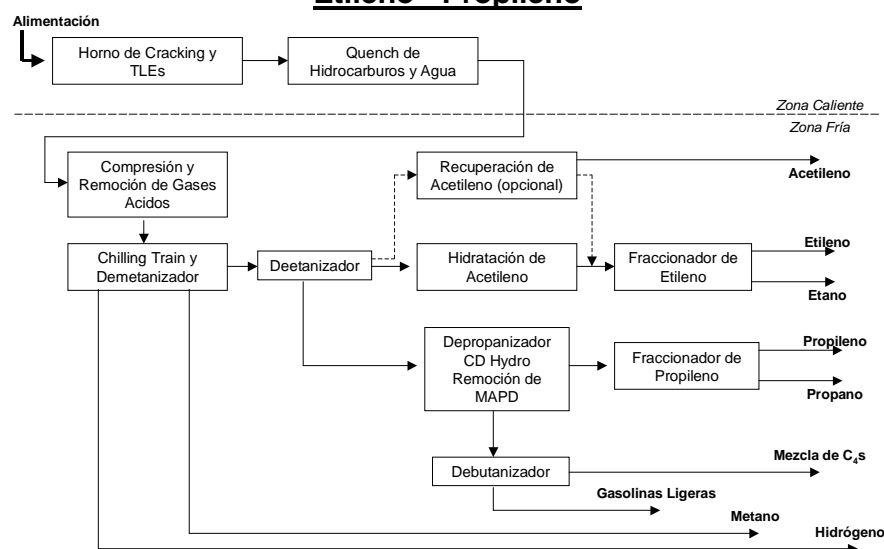
La alimentación a la planta de etileno puede ser etano, propano, nafta o gas oil. La alimentación fresca (cualquiera de las materias primas anteriormente mencionadas) y etano reciclado son craqueados térmicamente en presencia de vapor en un horno-reactor, conformado por un banco de tubos donde se efectuará la pirólisis. La corriente de gas es enfriada inmediatamente generando vapor de agua.

Posteriormente la corriente de gas es comprimida en un tren de compresores centrífugo en 4 o 5 etapas. Los gases ácidos son removidos por absorción con **MEA** (Monoetanol amina) y/o soda cáustica, y seguidamente son secados sobre tamices moleculares por adsorción.

La recuperación de productos toma lugar bajo condiciones criogénicas por intercambio de corrientes frías y aplicando el efecto Joule-Thompson. Los componentes acetileno son hidrogenados en sistemas catalíticos, y el hidrógeno es recuperado vía **PSA** (Pressure Swing Adsorption) o metanización. El metano excedente es recuperado y usado como combustible en el horno reactor de la planta.

El etileno y propileno en grado polímero son obtenidos en torres de super fraccionamiento que están altamente integradas para reducir el consumo de energía. La mezcla de productos C<sub>4</sub> y gasolina de pirólisis también son recuperados.

**Gráfico N°VI-1**  
**Proceso ABB Lummus para**  
**Etileno - Propileno**



Fuente: ABB Lummus

### 6.2.2 Características de Funcionamiento

El etileno en grado polímero es un producto de alta pureza. La secuencia de recuperación asegura los más bajos niveles de impureza por tal motivo el producto olefínico es la alimentación preferida para plantas de polímeros y derivados.

El consumo de energía es sólo 3,000 Kcal/kg de etileno producido con alimentación de etano y 5,000 Kcal/kg con alimentación de nafta. Los productos de pirólisis y la relación de propileno a etileno son optimizadas para cada diseño.

A la vez los operadores de plantas de olefinas se enfrentan actualmente a una disminución de sus márgenes y a diversas incertidumbres en cuanto a precio, disponibilidad de las materias primas y a la valoración de los productos finales.

Las plantas químicas de producción de olefinas como el etileno y el propileno, que tienen un costo superior a 500 Millones de dólares, incluyen equipamientos con más de 350 componentes principales. No sorprende, por tanto, que la industria esté constantemente a la búsqueda de soluciones que reduzcan las inversiones y amplíen los márgenes de utilidad. La respuesta de ABB ha consistido en desarrollar una nueva tecnología de etileno capaz de alcanzar los objetivos siguientes:

- Reducir en un 15 por ciento el costo de capital de una planta de etileno por medio de la supresión de más de 85 componentes de equipamiento.
- Reducir en un 12 por ciento la energía necesaria para el proceso y, en la misma proporción, las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Modificar el proceso químico pasando de subproductos de bajo costo a productos con mayor valor agregado, incrementando así el margen de utilidad en un 30 por ciento.

Estas soluciones son una combinación de distintas innovaciones:

❖ **SRT X**, nuevo diseño del horno de fraccionamiento:

El corazón del proceso ABB-Lummus es el módulo del horno de la pirólisis SRT® diseñado para tiempos de residencia cortos y bajas presiones. Este diseño de alta capacidad del horno se caracteriza por su alta producción, mínima degradación de productos, su eficiencia térmica y sus largos períodos de funcionamiento sin necesidad de mantenimiento (patente Quick Quencher TLE).

Los calentadores de fraccionamiento representan aproximadamente el 30 por ciento del costo de capital de una planta de olefinas. La aplicación de la dinámica de fluido computarizada (CFD) aumenta en un 30 por ciento el aprovechamiento de la energía de este sistema reactor y reduce en un 10 por ciento los costos de capital.

❖ **Tecnología CDHydro®**, es utilizado para hidrogenación de acetilenos C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub>. Este procedimiento único combina simultáneamente la reacción y la destilación en una unidad (vessel). Basada en la tecnología de destilación catalítica de CDTECH®, el hidrógeno en el escape del calentador de fraccionamiento se extrae por medio de una reacción química y no por fraccionamiento criogénico. Con la incorporación de la tecnología CDHydro® para etileno como primer producto, el costo de capital puede reducirse en más de 15 millones de dólares; además se pueden suprimir más de 44 elementos de equipamiento.

❖ Para la separación de productos:

En las plantas de olefinas se necesita una gran capacidad de refrigeración para separar los productos con bajo punto de ebullición. El método convencional consta de tres sistemas de refrigeración distintos, con cambio de temperatura desde +20°C hasta -140°C. ABB ha desarrollado sistemas de refrigeración permitiendo un ahorro sustancial en los equipos rotativos (compresores), que suelen suponer el 20 por ciento de la inversión en la planta.

❖ Se mencionó que las olefinas se producen a partir de diversas materias primas con una reacción térmica de alta temperatura (aproximadamente 900°C) en un Horno Reactor con un consumo energético del orden de 250 MW por año. En este proceso se forman numerosos productos, desde hidrógeno hasta fuel oil. El control de las condiciones de reacción aumenta la cantidad de olefinas ligeras como etileno, propileno y butenos, pero además de estos productos se producen algunas moléculas indeseables. Estos subproductos tienen un efecto negativo sobre los resultados finales de la planta. Por este motivo esta tecnología introduce dos procesos químicos al que denominan **OCT** y **Automet**:

- Estos procesos permiten al operador de la planta mejorar subproductos de bajo



valor pasando a productos de alto valor entre los que se encuentra el 1-hexeno, una valiosa alpha olefina usada como co-monómero en el polietileno.

- Estos dos procesos utilizan la metátesis (trans-alquilación) química para mejorar los subproductos. Esta química permite reordenar los enlaces dobles entre olefinas. Además de permitir a los operadores de plantas mejorar los subproductos, la metátesis química también proporciona flexibilidad como protección contra las incertidumbres del mercado.

### 6.2.3 Ventajas de la Tecnología

**Tabla N°VI-1**

<b>Características del Proceso ABB Lummus</b>	<b>Beneficios para el cliente</b>
Modulo de Pirólisis SRT.	Alta producción de Olefinas. Largos tiempos de operación. Operación Confiable. Baja Inversión. Flexibilidad en la alimentación.
Decoquificación en línea (BASF).	Menos mantenimientos. Reducción de las emisiones.
Sistema de Procesamiento de Crudos Pesados – Heavy Oil Processing System (HOPS).	Habilidad para crackear HNGL. Elimina contaminantes de la alimentación. Baja inversión.
Secuencia de recuperación del demetanzador a baja presión.	Eficiencia en energía. Baja inversión. Flexibilidad en la inversión. Fácil operatividad.
Proceso CDHydro para remoción de acetilenos C <sub>3</sub> y C <sub>4</sub> .	Alta selectividad. Bajo costo. Fácil operatividad.
Hidrogenación selectiva de C <sub>4</sub> /C <sub>5</sub> y síntesis de MTBE/TAME.	Mejora los márgenes por generación de componentes reformulados del combustible.
Refrigeración Binaria y Terciaria.	Sistema de refrigeración mixta metano/etileno de bajo costo. Fácil mantenimiento.
Tecnología de Conversión.	Flexibilidad de producción para conseguir olefinas de alto valor.

### 6.2.4 Cálculo para estimación inicial de costos

De los datos calculados en el capítulo IV Dimensionamiento de Planta, la planta requerida es una que al 100 por ciento de capacidad produzca 250,000 Tm/año de Etileno alimentada con Propano con una conversión de 80 por ciento, puesta en Perú en abril en el año 2004. Tabla N°IV-8.

Con estos datos ABB-Lummus nos provee del siguiente reporte:

## Tabla N°VI-2

### Sumario para Planeamiento Proyecto Planta de Steam Cracking para producción de Etileno y Propileno

Fecha : Abril 2004

Localización de Planta : **Peru**

<b>Alimentación :</b>	<b>Propano</b>	
<b>Conversión de la alimentación :</b>	<b>80%</b>	
<b>Capacidad de Planta:</b>	<b>100%</b>	<b>80%</b>

### Balance de Materiales (kg/hr) :

**Alimentación :**

Propano :	71,091	57,502
Vapor para Reactor :	141	115
Total:	71,232	57,617

**Productos :**

H2+CH4 Off Gas :	18,189	14,712
<b>Etileno (GP) :</b>	31,250	25,277
<b>Propileno (GP) :</b>	16,312	13,194
Mezcla C4s :	2,367	1,915
C5 + :	3,044	2,462
Gases Acidos :	70	57
Total :	71,232	57,617

<b>Etileno Tm/año :</b>	250,000	202213
<b>Propileno Tm/año :</b>	130,499	105554

**Reciclados:**

Etano :	6,471	5,235
Propano :	18,679	15,111

Bajo Costo ISBL/OSBL :	176	MM US\$
Alto Costo ISBL/OSBL :	198	MM US\$
Energía específica por Kg de Etileno :	4,250	Kcal/kg C <sub>2</sub>

Fuente: ABB Lummus

### 6.3 Tecnología Seleccionada para producción de Polietileno y Polipropileno

El Polietileno (PE) y el Polipropileno (PP) pertenecen a los polímeros con la demanda y las tarifas de crecimiento más alta en todo el mundo. Más de 50 % de todo el etileno producido se consumen en los procesos de la polimerización para la producción del PE y de los PP.

ABB Lummus trabaja con las tecnologías:

- **Chevron-Phillips** para su proceso de PE
- **Novolen Technologies** para su proceso de PP

Son procesos de lecho fluido en fase gas, cada uno proporciona un máximo de seguridad y flexibilidad operacionales, combinado con la inversión de capitales baja debido a la simplicidad relativa de la tecnología que deriva del equipo confiable y condiciones de funcionamiento. La gama de productos de los procesos del PE y de los PP ofrece la oportunidad de producir una gran variedad de polímeros.

### **6.3.1 Descripción del Proceso Chevron-Phillips para PE**

El proceso para la producción del polietileno lineal es una operación continua donde se polimeriza en la presencia de un catalizador. Un diluyente del hidrocarburo se utiliza para mantener el catalizador y el polímero en suspensión. La reacción es exotérmica. El reactor funciona en aproximadamente 4,140 kPa(g) y en el rango de 75°C a 109°C. El Sistema de Control Distribuido (DCS) y los Controladores Lógico Programados (PLC) controlan automáticamente la operación.

Una vez formado el polímero debe de separarse del diluyente y los monómeros sin reaccionar. Esta operación consiste primero en calentar la mezcla y separar el diluyente por vaporización y posteriormente los monómeros son recuperados por medio de un sistema flash de baja presión.

La corriente del hidrocarburo se envía a purificación y se recicla al reactor. El producto en forma de polvo es transferido por un sistema de transferencia de nitrógeno de lazo cerrado y acaba adicionándole cantidades pequeñas de aditivos químicos. El polvo después se funde en un Extrusor para producir pellets. Los pellets entonces se transportan a los mezcladores. De allí, los pellets pueden ser empaquetados.

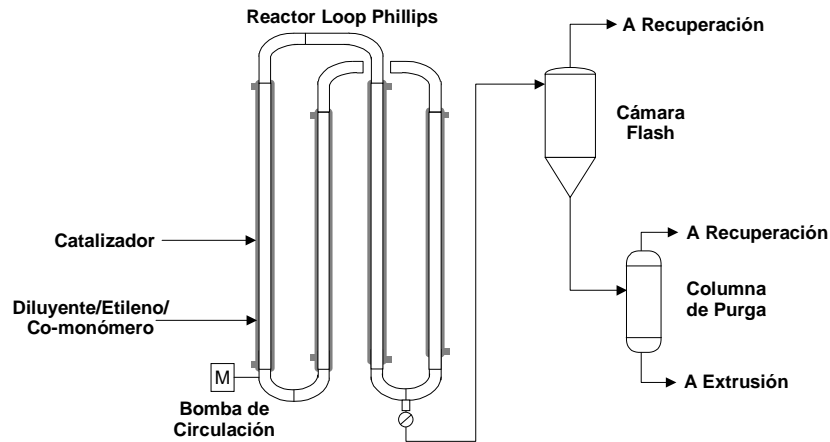
El proceso se puede dividir en cinco secciones (Gráficos N°VI-2 y N°VI-3):

- A) Activación del Catalizador
- B) Tratamiento de la Materia Prima
- C) Reactor
- D) Reciclado directo y purificación
- E) Composición del polímero, acabado, almacenaje y empaquetado.

## Gráfico N°VI-2

### Proceso Chevron – Phillips para producir Polietileno

#### Diagrama de Flujo Simplificado



Fuente: ABB Lummus

#### **A) Activación del Catalizador**

El proceso Chevron-Phillips de polietileno lineal utiliza varios tipos de catalizador para alcanzar la amplia gama de productos que produce.

Un catalizador de base Cromo se utiliza para la producción del tipo de polímero PF (forma de la partícula) (Alta o baja densidad). Este tipo de catalizador requiere de activación.

Un catalizador organometálico, Lynx-100, se utiliza para la producción de los polímeros del tipo de XPF (partícula de forma redondeada). La activación de este último catalizador es alcanzada entrando en contacto con el catalizador de base cromo del PF con aire seco caliente. El aire se seca a un punto de condensación de  $-80^{\circ}\text{C}$  para su uso como aire de activación. El lugar de activación consiste en un vessel interno que contiene el catalizador y que es encapsulado totalmente por otro recipiente externo. El humo caliente de una hornilla externa atraviesa el espacio anular entre los dos recipientes. El catalizador es transportado parcialmente por el aire que fluye y es calentado a una temperatura especificada.

El catalizador activado se enfría con aire seco y se purga con nitrógeno seco antes de ser descargado en un compartimiento para el almacenaje y el transporte al área del reactor.

#### **B) Tratamiento de la Materia Prima**

Las materias primas tales como el etileno, isobutano, y 1-hexeno se deben tratar para retirar los elementos venenosos que puedan afectar el catalizador antes de ser cargada al reactor. El aire y el agua se quitan del 1-hexeno fresco.

La reacción del etileno (bajo en venenos tales como oxígeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono y compuestos orgánicos conteniendo sulfuro, oxígeno, o halógenos) se realiza en tratadores que contienen alúmina y tamices moleculares. El alúmina absorberá el CO<sub>2</sub> mientras que el tamiz molecular quita el agua. El hidrógeno emitido debe estar libre de agua y de venenos tales como los antes mencionados. Se regeneran todos los lechos del tratador usando un sistema común de regeneración.

El nitrógeno seco usado para purgar el catalizador es calentado, después se descarga al sistema del Flare para su disposición final.

### **C) Reactor**

Un reactor de cuatro, seis u ocho etapas se proporciona dependiendo de la capacidad de la planta. La mezcla de reacción en la tubería loop del reactor se impulsa con una bomba de circulación de polímero. Cada etapa vertical está encaquetada con agua que la refresca por circulación para quitar el calor exotérmico de la reacción (3,349 kJ/kg de polietileno). Durante el arranque, el agua de enfriamiento del reactor se calienta para mantener el reactor en la temperatura de funcionamiento.

El sistema de DCS es diseñado para alcanzar los objetivos de seguridad y de la calidad del producto controlando todos los parámetros críticos incluyendo la temperatura del agua fresca que circula por la chaqueta del reactor.

El Isobutano se utiliza para llevar el catalizador, para limpiar líneas, para enfriar y para mantener alta presión en la bomba de circulación del reactor.

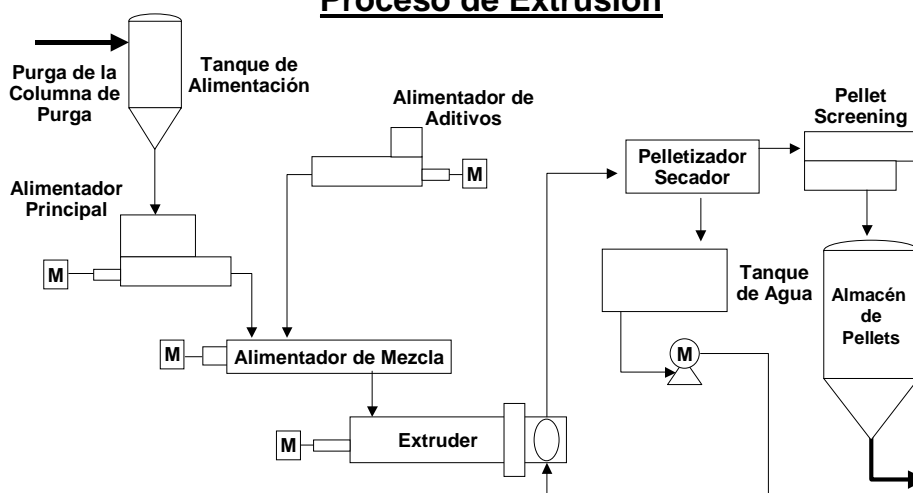
El polietileno se forma como partículas discretas en el catalizador en una mezcla del isobutano-polímero que circula rápidamente.

La línea encaquetada usa baja presión de vapor o agua caliente para calentar la mezcla que ha sido enviada desde el reactor a la Cámara Flash.

El vapor en la Cámara Flash fluye a un ciclón y a un filtro bolsa. El polímero quitado se descarga a la Columna de Purga. El polímero con el hidrocarburo residual en la Cámara Flash se descarga a través de unas válvulas al completar un ciclo en la Columna de Purga. Nitrógeno caliente fluye por el fondo de la Columna de Purga y desplaza hidrocarburo residual en el polímero. El vapor de los topos de la Columna de Purga fluye, a través del filtro del ciclón y de bolso de la Columna de Purga para quitar partículas del polímero y para reciclarlas a la Columna de Purga.

Los vapores salen de la bolsa de filtro de la Columna de Purga y fluyen a una Unidad de Recuperación del Nitrógeno del Isobutano (INRU) que utiliza una membrana (o sistema PSA) para separar el hidrocarburo del nitrógeno. El nitrógeno se calienta y se recicla a una Columna de Purga. El hidrocarburo se recupera en el INRU. El polímero de la Columna de Purga lo descarga en un lazo cerrado de Nitrógeno y que transfiere el polímero en polvo al silo y al filtro receptor de la alimentación del Extruder.

**Gráfico N°VI-3**  
**Proceso de Extrusión**



Fuente: ABB Lummus

### D) Reciclado directo y purificación

Consiste en el reciclaje directo al sistema para recuperar etileno, isobutano, y 1-hexeno de la Cámara Flash, de los treaters de la corriente de la alimentación, y del INRU para recuperar los hidrocarburos del nitrógeno del Vapor de la Columna de Purga.

Los hidrocarburos recuperados de la Cámara Flash se alimentan hacia un lecho de desoxidación. Allí pasan a través del Knockout Condenser de pesados, donde el vapor se condensa parcialmente. Este condensado se desvía (by-pass) al Tanque de Almacenaje del Isobutano Reciclado y se envía directamente a una Columna de Remoción de Pesados.

Los topos de la Columna del Remoción de Pesados son condensados parcialmente por un Condensador y enviados al acumulador de esta Columna para su separación. La corriente del vapor fluye a una Columna del Remoción de Ligeros como alimentación.

El líquido de los Topos de la Columna de Remoción de Pesados se bombea como reflujo a la Columna del Remoción de Pesados y a la Columna de Remoción de Ligeros como alimentación. Los fondos de la Columna de Remoción de Pesados se condensa y se enfría antes de ser encaminado al Tanque de Reciclado de Hexeno. La Columna de Remoción de Pesados contiene los hidrocarburos más pesados que el 1-hexeno y se envían al Flare para su disposición.

La Columna del Remoción de Ligeros quita extremos ligeros tales como hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, metano, y etano. La corriente de topos también contiene etileno y el isobutano y se recicla generalmente a una planta próxima del etileno para la recuperación. Los fondos de la columna de remoción de Ligeros son isobutane. El propósito principal de la Columna de Remoción de Ligeros es proveer a la planta de isobutano que es una olefina libre. El etileno residual y otras impurezas ligeras se eliminan y se envían a una planta de

etileno, o al Flare. El Isobutano se recoge en el Tanque de Isobutano situado en el fondo de la columna.

La INRU separa el hidrocarburo del nitrógeno en la corriente del vapor de la Columna de Purga.

### **E) Composición del polímero, acabado, almacenaje y empaquetado.**

Antes de que el polvo de polímero se descarge al Tanque de Alimentación del Extruder se separa del Nitrógeno.

El Tanque de Alimentación del Extruder descarga el polvo en el Alimentador Principal que controla la alimentación al Mezclador del Extruder por el principio de pérdida en peso (Loss In Weight LIW). Hay tres alimentadores aditivos de LIW que miden los añadidos en el mezclador de la alimentación del Extruder. El mezclador de la alimentación del Extruder mezcla el polvo de polímero y aditivos, entonces las alimentaciones por gravedad se mezclan y son dirigidos al canal inclinado de la alimentación del Extruder. El Extruder derrite y homogeneiza el polímero y lo transporta fundido a través de la bomba de engranaje, screen pack, y vapor caliente para finalizar la pelletización.

El sistema de pelletización de láminas de cuchilla corta el polímero y es extruido en pellets.

El sistema de pelletización incluye el Pelletizador, un tanque de agua, la bomba de agua, el vapor de agua, el sistema de refrigeración de agua y el sistema de secado.

Una mezcla de pellets y agua de la Cámara del pelletizador fluye al secador de pellets. El secador de pellets separa el agua de los pellets y quita el agua superficial de los pellets por fuerza centrífuga y una corriente del aire. Los pellets se descargan sobre un Tamiz que quita pellets de gran tamaño y de tamaño insuficiente para que estén en especificación.

El producto en especificación se muestrea y se lleva en una fase densa por un sistema de transportación neumática hacia los mezcladores del producto.

El producto fuera de especificaciones se envía al Silo de Arranque o al Silo de Producto Fuera de Especificaciones.

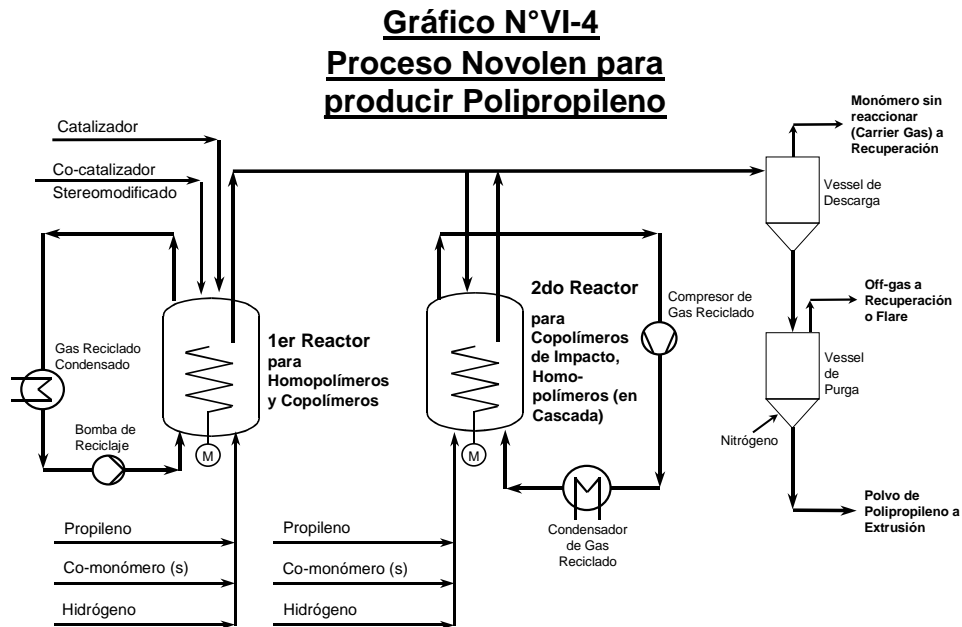
### **6.3.2 Características del Proceso Novolen Technologies para PP**

El proceso se puede dividir en cuatro secciones (Gráficos N°VI-4 y N°VI-5):

- A) Tratamiento de la Materia Prima
- B) Producción del polímero

C) Polvo purgado

D) Sistema de Reciclaje de Gas



Fuente: ABB Lummus

### A) Tratamiento de la Materia Prima

El propileno líquido provisto de la planta de steam cracking se puede secar y filtrar según lo requerido, entonces se encamina al reactor. El secador del propileno se puentea normalmente mientras que el tratamiento resuelve generalmente todas las especificaciones de pureza. El secador del propileno está pensado como un sistema de protección para los períodos en que hay un trastorno en los equipos fuera de los límites de batería (OSBL).

El suministro del catalizador, co-catalizador estereomodificado y de-activador del catalizador se alimenta a los reactores según lo requerido.

Los añadidos sólidos tales como antioxidantes y agentes deslizantes se mezclan y se alimentan al Extruder según lo requerido. El peróxido se inyecta en el Extruder según lo requerido.

Otros añadidos se proveen en tambores y también se alimentan al Extruder según lo requerido.

### B) Producción del polímero

El área del reactor comprende uno o dos reactores en series para obtener la gama requerida en capacidad y producción. Lo que sigue describe el tren de la reacción:

La alimentación fresca del propileno se mezcla con el propileno del reciclaje en el separador del reciclaje y después se alimenta al primer reactor junto con el



catalizador, el co-catalizador y el hidrógeno requeridos. La polimerización se realiza en un reactor en fase de gas. Las temperaturas del reactor oscilan entre 65°C y 90°C dependiendo del tipo y del grado del producto y son controladas por refrigeración para su evaporación. La presión del reactor varía entre el 22 y 30 bar y es controlada ajustando el caudal del reciclaje. El propileno que incorpora el reactor remueve la energía de la reacción exotérmica.

La conversión del propileno al polipropileno es el 99% con pérdidas del 1% concerniente a la alimentación fresca sin convertir el cual es vaporizado y continuamente removido del tope del reactor vía el separador del reciclaje.

Después la porción de no condensados se comprime y se vuelve al reactor. Cualquier polvo recogido en el ciclón del gas del reciclaje se vuelve al reactor vía un eductor usando el propileno fresco como el líquido que lo impulsa. El producto del polipropileno que consiste en una mezcla del polvo sin reaccionar del gas portador y del polímero es quitado por una operación batch cíclica en los tubos de inmersión dentro del reactor.

El primer producto del reactor se envía al segundo reactor para la reacción adicional.

La operación del segundo reactor, si esta presente, es esencialmente igual que el primero a menos que funcione en una presión más baja. El polvo del polímero del segundo reactor cíclico se quita y se envía a un recipiente y a un ciclón de descarga donde separan la mayoría de polvo de PP y el gas portador. La presión diferenciada entre el reactor y el recipiente de la descarga se utiliza como fuerza motora. El catalizador se mezcla con el líquido del propileno en el recipiente de preparación del catalizador. La mezcla del catalizador entonces se transfiere a uno de los dos recipientes medidores del catalizador de donde se introduce al reactor vía un alimentador doble check. La inyección del catalizador y la alimentación se proporciona a la velocidad requerida. Dos recipientes (vessels) y medidores y alimentadores son provistos para permitir la continua operación.

Todos los vessels son provistos de agitadores para mantener el catalizador en una suspensión.

### **C) Polvo purgado**

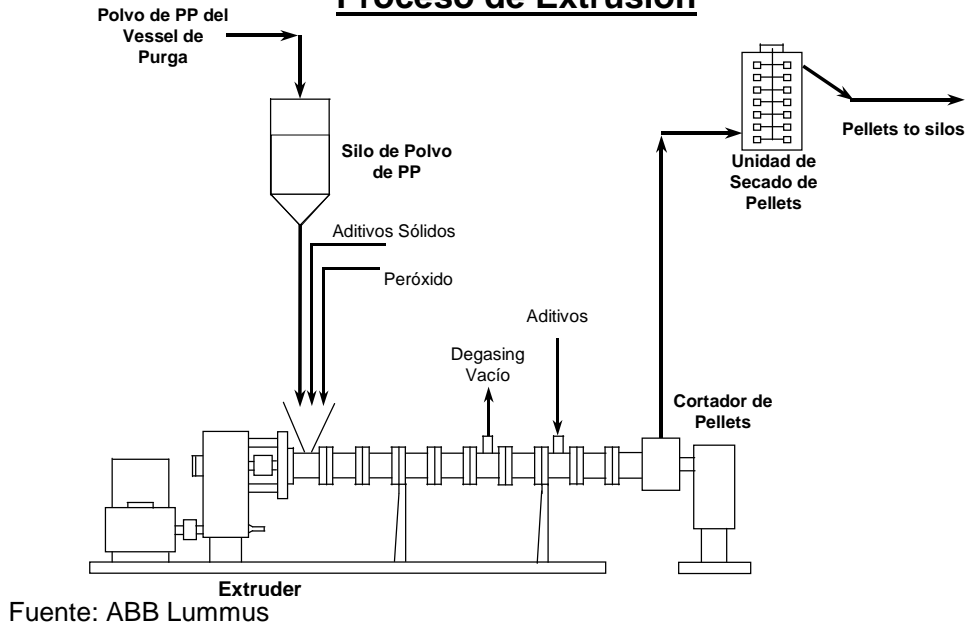
El polvo que es purgado de la descarga del reactor fluye a un Recipiente. En este Recipiente el polvo se separa de la mayoría del gas portador (propileno). Se encamina a un ciclón y a un filtro para quitar cualquier polvo arrastrado. El polvo del Recipiente de la Descarga se encamina vía alimentadores rotatorios duales a un recipiente de purgación. El nitrógeno se utiliza para purgar el polvo de cualquier monómero restante. Los gases salientes del Recipiente de Purgación (Vessel de Purga) se envían a una unidad de Recuperación por Membrana (MTR) para recuperar el nitrógeno. Purgar el polvo sirve para prevenir la acumulación del hidrocarburo en el flujo que transporta el sistema. El polvo purgado se alimenta a un sistema continuo de transportación neumática y se transfiere a silos.

## D) Sistema de Reciclaje de Gas:

El sistema se adapta a las necesidades de las plantas individuales. El gas portador se comprime normalmente, así que la cantidad se limpia y se recicla de nuevo a la reacción y el resto se envía a OSBL para la recuperación en la unidad del etileno.

**Gráfico N°VI-5**

### Proceso de Extrusión



## 6.3.3 Ventajas de la Tecnología

**Tabla N°VI-3**

Características de los Procesos de Polimerización	Beneficios para el cliente
Se trabaja para producir amplios rangos de homopolímeros, aleatorios y copolímeros de impacto con una selección amplia de catalizadores que incluye metalocenos	Cubre un amplio rango de productos para toda aplicación y mercado.
Excepcional uniformidad.	Necesario para films y aplicaciones de fibra, la cual necesita especificaciones de consistencia y espesor.
Exclusivo degasificación de pellets	Productos finales con bajo contenido de volátiles, muy bajos niveles de olor y sabor para aplicaciones de alta demanda (por ejemplo empaque de alimentos).
Procesos simples, en fase gas, libre de solventes.	Entre las operaciones más fáciles y de bajos costos de mantenimiento en la industria.
Tiempos de residencia mínimos en el reactor.	Cambios rápidos en las variables de operación genera cantidades mínimas de productos fuera de especificación. Reducción de inventarios resultado de un inherente proceso seguro. Inversiones mínimas de capital.

### 6.3.4 Cálculo para estimación inicial de costos

De los datos calculados en el capítulo IV Dimensionamiento de Planta se muestran las estimaciones de costos para las plantas de PE y de PP requeridas, de Tablas N°IV-9 y N°IV-10:

**Tabla N°VI-4**

**Sumario para Planeamiento**  
**Proyecto Polietileno**

Fecha : Abril 2004

Localización de Planta : **Peru**

**Reporte**

Alimentación de Etileno (Tm/año) :		<b>202,213</b>
Capacidad de Planta Polietileno (Tm/año) :	<b>100%</b>	<b>81.62%</b>
	<b>250,000</b>	<b>204,048</b>

**Balance de Materiales :**

**Alimentación :**

<b>Etileno :</b>	30,969	25,277	kg/hr
Nitrógeno :	1,656	1,352	Nm3/hr
Hexeno :	513	419	kg/hr
Isobutano :	178	145	kg/hr
Hidrógeno :	1	1	kg/hr
Estabilizadores :	316	258	\$/hr
<b>Total :</b>	<b>31,661</b>	<b>25,482</b>	<b>kg/hr</b>

**Productos :**

Off Gas :	234	191	kg/hr
<b>Polietileno :</b>	<b>31,250</b>	<b>25,506</b>	<b>kg/hr</b>
Pesados :	31	25	kg/hr
<b>Total :</b>	<b>31,516</b>	<b>25,722</b>	<b>kg/hr</b>

Bajo Costo ISBL/OSBL :	78	MM US\$	
Alto Costo ISBL/OSBL :	92	MM US\$	
Energía - Electricidad :		9,182	kWh

**Notes :** Basado en operación HD PE

Fuente: ABB Lummus

## Tabla N°VI-5

### Sumario para Planeamiento Proyecto Polipropileno

Fecha : Abril 2004

Localización de Planta : **Peru**

#### Reporte

<b>Alimentación de Propileno (Tm/año) :</b>		<b>105,554</b>
<b>Capacidad de Planta Polipropileno (Tm/año) :</b>	<b>100%</b>	<b>80.64%</b>
	<b>110,000</b>	<b>88,699</b>

#### Balance de Materiales :

##### Alimentación :

<b>Propileno :</b>	16,363	13,194	kg/hr
Nitrógeno :	633	510	Nm3/h
Hidrógeno :	3	2	kg/hr
Estabilizadores :	206	166	\$/hr
<b>Total :</b>	<b>16,366</b>	<b>13,196</b>	<b>kg/hr</b>

##### Productos :

Off Gas :	2,475	1,996	kg/hr
<b>Polipropileno :</b>	13,750	11,087	kg/hr
<b>Total :</b>	<b>16,225</b>	<b>13,083</b>	<b>kg/hr</b>

Bajo Costo ISBL/OSBL :	53.8	MM US\$	
Alto Costo ISBL/OSBL :	63.2	MM US\$	
Energía - Electricidad :		3,601	kWh

**Nota :** Basado en operación homopolímero

Fuente: ABB Lummus



## CAPITULO VII

### EVALUACIÓN ECONOMICA

La evaluación económica, desarrollada de la forma tradicional, se sustenta en indicadores como el Flujo de Caja, Valor Actual Neto (VAN), Tasas Internas de Retorno (TIR), tiempo de recuperación de la inversión (Pay-Out) y los diversos análisis de sensibilidad son calculadas en base a los elementos de costos conocidos como **ISBL** (Inside Battery Limits - Costos dentro de los Límites de la Batería) y **OSBL** (Outside Battery Limits - Costos fuera de los Límites de la Batería).

La base de los costos **ISBL** y **OSBL** son estimadas para plantas en la Costa del Golfo de EEUU al presente año. Un factor de ubicación ha sido usado por ABB-Lummus, líder a nivel mundial en tecnología y construcción para este tipo de procesos, para ajustar el costo estimado para el lugar de la planta propuesta (Ver Tabla N°VII-1).

La inversión **ISBL** contiene los siguientes elementos de costos:

- Equipo, Sistemas de Control e Instrumentación y material menor.
- Montaje (construcción directa e indirecta), equipos y supervisión.
- Ingeniería. Análisis previos, detalle de diseño y conclusión del trabajo.
- Licencias de Operación.
- Seguros de flete, manipulación y riesgos.
- Riesgos y Contingencias.
- Utilidad del Contratista.

La inversión **OSBL** contiene los siguientes elementos de costos:

- Sistemas de Generación de Servicios (vapor, agua de enfriamiento, agua desmineralizada, planta de aire).
- Sistemas de Tratamiento de residuos.
- Sistemas de Tratamiento de agua fresca.
- Sub-Estación Primaria, Transmisión y Distribución.
- Construcciones de Cuarto de Control, Administración y Almacenes (warehouse).
- Almacenamiento de Producto terminado.
- Flare (quemador).

Los costos que no comprende la inversión (costos excluidos de ISBL y OSBL) son los siguientes:

- Aranceles de Importación y otros impuestos estarán a cargo del operador o previa coordinación con el Licenciatario.
- Costo del Terreno.
- Preparación del área para la construcción y pilotaje.
- Remoción de equipo existente u obstrucciones enterradas en el área para la construcción.

- Gastos de sobretiempo.
- Arranque y operaciones iniciales.
- Catalizadores y productos químicos.
- Repuestos.
- Costos de permisos para operar (Municipalidad, Región, DGH, OSINERG, DIGESA, etc.).
- Estudios de pre-factibilidad y/o de mercado.
- Costos de Estudios Ambientales (EIA, Estudios de Riesgos, Plan de Contingencias, Estudio de Impacto Social, Plan de Abandono, INC, etc.).
- Construcción del Campamento para la Construcción.
- Generación Eléctrica.
- Almacenamiento de la Carga (Materia Prima).
- Desembarcaderos y ductos.
- Terminales de Carga y Descarga.
- Construcciones de Laboratorio y Areas de Mantenimiento.
- Asesorías de especialistas.
- Auditorías Técnicas y Administrativas.
- Apoyos sociales a Comunidades Campesinas / Pueblos Jóvenes.
- Monitoreos de emisiones durante la construcción (agua, aire y ruido).

El análisis económico se ha desarrollado en base a los datos obtenidos en el capítulo IV Dimensionamiento de Planta y a información proporcionada por la empresa ABB-Lummus, los cuales describen independientemente balances de masa de alimentaciones y productos, y costos para la instalación de este complejo para ser puesto en Perú (Ver Tabla N°VII-1).

El costo de inversión está dado como un rango que refleja la variabilidad de decidir el sitio específico y las preferencias operativas que solicita el cliente las cuales cambian para cada proyecto, este es el motivo por el cual los reportes proporcionados por ABB-Lummus mencionan los items **Cost High Range**.(Alto Costo) y **Cost Low Range** (Bajo Costo).

Con los cálculos obtenidos para la estimación inicial de costos item 6.2.4 y 6.3.4 (capítulo VI) nuevamente se presenta los tamaños de planta sugeridos y costos correspondientes:

**Tabla N°VII-2**

Planta de	Tamaño MTm/año	Alto Costo	Bajo Costo
		ISBL/OSBL US\$ Millones	
Steam Cracking	250	198	176
Polimerización para PE	250	92	78
Polimerización para PP	110	63.2	53.8

La planta de Polimerización de PE se basa en una operación en base a HDPE (polietileno de alta densidad).

La planta de Polimerización de PP se basa en una operación homopolímero.

## 7.1 Consideraciones para hallar el flujo de caja

1. El análisis económico se ha hecho de una forma global para todo el complejo, es decir para las tres plantas (Steam Cracking, PE y PP).
2. El tiempo de construcción del complejo es de 18 meses, sin considerar fenómenos meteorológicos como lluvias (Fenómeno del Niño) y/o fenómenos sísmicos. Este tiempo no considera retrasos por regularizaciones y/o incumplimientos legales, laborales, ambientales o sociales por parte del operador. Tampoco considera retrasos por conflictos bélicos (guerras) ni por amenazas y/o ataques guerrilleros o terroristas.
3. El área necesaria para todo el complejo es de 30 hectáreas.
4. Para el Capital de Trabajo se ha considerado una cantidad que asegure la disponibilidad de materia prima para 15 días, 5 días para cuentas por pagar y 15 días para cuentas por cobrar.
5. Cada planta tendría su sistema OSBL independiente.
6. Para calcular los egresos se ha considerado precios de items de plantas que actualmente están en operación, así como para la materia prima se ha considerado los precios internacionales.
7. Para el cálculo inicial de la producción se ha considerado 80 por ciento de capacidad instalada de la planta como estrategia para no generar cuellos de botella ante un eventual crecimiento explosivo de la demanda (demanda elástica, efecto multiplicador).
8. Para el cálculo del personal de Producción se ha considerado un promedio de 120 personas para operar las 3 plantas con un sueldo promedio por persona de US\$2,500.00 por mes el cual incluye beneficios sociales.
9. Para los gastos operativos en la etapa de Inversión se ha considerado US\$50 MM distribuidos en cuatro años los cuales cubren los tiempos para el Estudio de Pre-factibilidad, la confección y aprobación del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), la preparación del terreno y la construcción del Complejo hasta su puesta en operación. Tiempo e inversión en el cual también deben estar distribuidas las otras actividades anexas para el inicio de actividades de la empresa. Ver Cronograma de Actividades, Gráfico N°VII-1.

Por esta razón, también, se ha incluido un Organigrama propuesto (Gráfico N°VII-2) que muestra los niveles jerárquicos que serán responsables de todas las actividades que la empresa desarrolle en su etapa de Inversión y Operación y que forman parte de los gastos administrativos.

10. Para la etapa de operación los gastos operativos (de ventas, generales y administrativos) son considerados como un 15 por ciento del valor de los egresos.

11. Se ha tomando en cuenta la propuesta del Gobierno Peruano de incentivar las inversiones a través de la Ley de Promoción de la Inversión de Plantas de Procesamiento de Gas Natural, Ley 28176 del 23 de febrero del 2004 (véase Anexo N°03) cuya reglamentación aún no es emitida, y que serán aplicadas a los escenarios 2 y 3.

Esta ley incluye los siguientes beneficios, entre otros:

- Régimen de estabilidad tributaria y cambiaria,
- Importación temporal hasta por cuatro (4) años,
- Inafección a la importación de bienes que no se producen en el Perú,
- Derecho a la contabilidad en moneda extranjera,
- Incorporación al Decreto Legislativo N°818, es decir, Recuperación Anticipada del Impuesto General a las Ventas (beneficio concedido a las grandes inversiones como Camisea y Antamina).

12. El flujo de caja se efectúa de acuerdo a lo establecido por la Agencia de Promoción de la Inversión Privada de Perú – PROINVERSION.

13. El tiempo de depreciación de los activos fijos es de 10 años.

14. Se han considerado precios base referenciales internacionales para el PE (\$870/Tm) y PP (\$820/Tm) tomando en cuenta el gráfico N°III-4, los cuales son usados para estimaciones de compra/venta.

15. Se estima las producciones base de 204 MTm de PE y 88.7 MTm de PP (ver Tabla N°IV-11), lo cual corresponde al 80 por ciento de capacidad instalada.

16. Se ha estimado en \$152/Tm el precio base para la materia prima Propano como referencia de su precio internacional.

17. Al no tener información proporcionada por el licenciatario, que facilitó los datos para el dimensionamiento, respecto a la corriente de H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>4</sub> y C<sub>5</sub> producido por la planta de Steam Cracking, no se ha incluido a estas corrientes en la evaluación económica.

## 7.2 Consideraciones para los escenarios a analizar

Ayudados de la Tabla VII-1, el análisis se ha estimado para tres escenarios distintos.

**Tabla N°VII-3**

	Escenarios		
	1	2	3
Costo Total ISBL/OSBL de las tres Plantas MM\$	ALTO 198+92+63.20= <b>353.20</b>	MEDIANO 187+85+58.50= <b>330.50</b>	BAJO 176+78+53.80= <b>307.80</b>
Ley 28176	NO	SI	SI



- N° 1 el actual, el cual se considera el de condiciones menos favorables, con costos de ISBL/OSBL más altos y sin aplicar la Ley 28176,
- N° 2 de mediano optimismo, con costos de ISBL/OSBL promedio entre el más alto y el más bajo, se considera la Ley 28176.
- N° 3 muy optimista, con costos de ISBL/OSBL más bajo y considerando la Ley 28176.

Se ha desarrollado el análisis del Valor Actual Neto (VAN) a una Tasa de Descuento (Costo de Oportunidad del Capital) de 12 y 20 por ciento para los escenarios 2 y 3, como medio de evaluación de la magnitud del riesgo.

Para los tres escenarios se han desarrollado análisis de sensibilidad con las siguientes variables:

- precio de producto terminado, sobre el precio base establecido se ha considerado incrementos, así como descuentos, de 5, 10, 15 y 20 por ciento.
- a la capacidad de producción, el análisis de sensibilidad nos lleva a evaluar los escenarios desde un 70 hasta un 100 por ciento de capacidad instalada, con incrementos de 5 por ciento
- al costo de la materia prima – Propano, en el análisis se considera incrementos en los costos de la materia prima sobre el precio referencial desde 5 hasta 40 por ciento, y también descuentos desde 5 hasta 30 por ciento.

Los cálculos hallados se encuentran:

Para el escenario 1 - Tablas N°VII-4 a la N°VII-10  
 Para el escenario 2 - Tablas N°VII-11 a la N°VII-17  
 Para el escenario 3 - Tablas N°VII-18 a la N°VII-24

Los valores negativos de VAN y TIR se han representado en color rojo para resaltar los puntos de quiebre en que estas variables pasan a valores por debajo de cero.

La combinación considerando las tres variables analizadas en conjunto nos acerca a obtener múltiples resultados para escenarios particulares o más reales.



# Etileno

Sumario para Planeamiento - Proyecto		
Etileno		
Fecha : Abril 2004		
Localización de Planta : Peru		
<b>Reporte</b>		
Alimentación de Propano (Tm/año) :		460,018
Capacidad de Planta Etileno (Tm/año) :	100%	80.00%
	250,000	202,213
Conversión :	80%	
<b>Balace de Materiales (kg/hr) :</b>		
Alimentación :		
Propano :	71,091	57,502
Vapor para Reactor :	141	115
<b>Total :</b>	<b>71,232</b>	<b>57,617</b>
Productos :		
H2+CH4 Off Gas :	18,189	14,712
Etileno (GP) :	31,250	25,277
Propileno (GP) :	16,312	13,194
Mezcla C4s :	2,367	1,915
C5 + :	3,044	2,462
Gases Acidos :	70	57
<b>Total :</b>	<b>71,232</b>	<b>57,617</b>
Reciclaje :		
Etano :	6,471	5,230
Propano :	18,679	15,111
Propileno (Tm/año) :	130,499	105,554
Bajo Costo ISBL/OSBL :	176	MM US\$
Alto Costo ISBL/OSBL :	198	MM US\$
Energia específica por Kg de Etileno :	4,250	Kcal/kg C2
Fuente: ABB Lummus		

# Tabla N°VII-1 RESUMEN

## PE

Sumario para Planeamiento - Proyecto		
Polietileno		
Fecha : Abril 2004		
Localización de Planta : Peru		
<b>Reporte</b>		
Alimentación de Etileno (Tm/año) :		202,213
Capacidad de Planta Polietileno (Tm/año) :	100%	81.62%
	250,000	204,048
<b>Balace de Materiales :</b>		
Alimentación :		
Etileno :	30,969	25,277 kg/hr
Nitrógeno :	1,656	1,352 Nm <sup>3</sup> /hr
Hexano :	513	419 kg/hr
Isobutano :	178	145 kg/hr
Hidrógeno :	1	1 kg/hr
Estabilizadores :	316	258 \$/hr
<b>Total :</b>	<b>31,661</b>	<b>25,482 kg/hr</b>
Productos :		
Off Gas :	234	191 kg/hr
Polietileno :	31,250	25,506 kg/hr
Pesados :	31	25 kg/hr
<b>Total :</b>	<b>31,516</b>	<b>25,722 kg/hr</b>
Bajo Costo ISBL/OSBL :	78	MM US\$
Alto Costo ISBL/OSBL :	92	MM US\$
Energia - Electricidad :		9,162 kWh
Notes : Basado en HDPE		
Fuente: ABB Lummus		

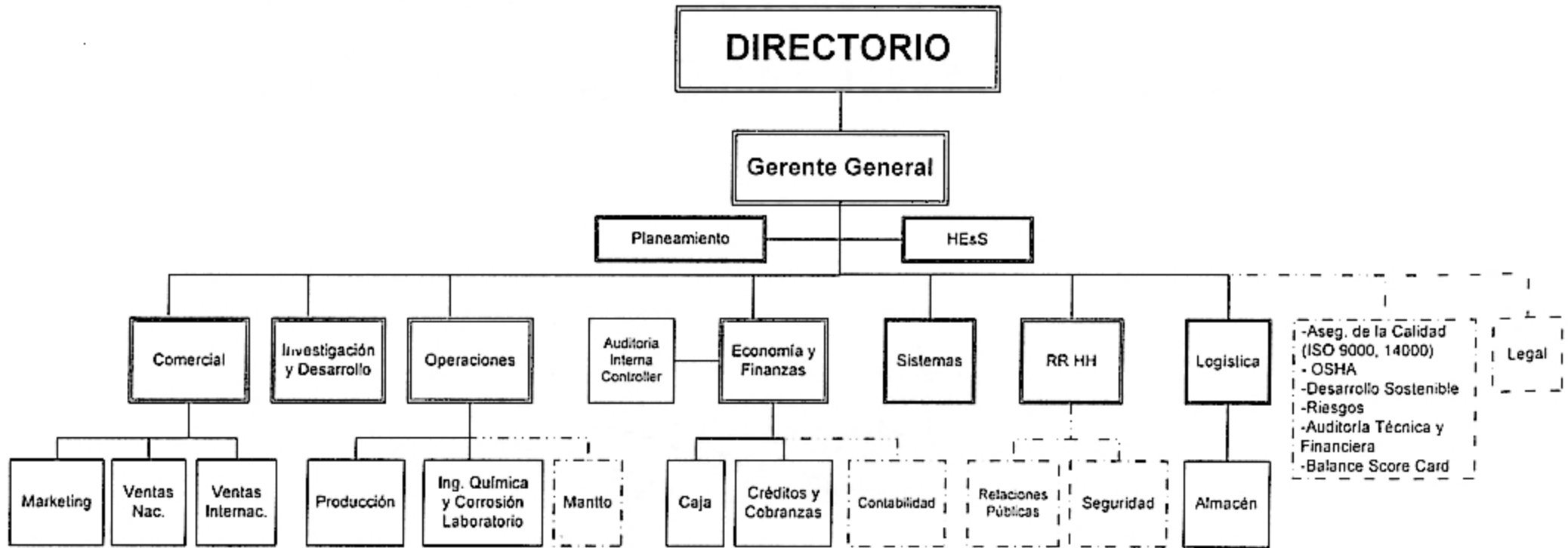
## PP

Sumario para Planeamiento - Proyecto		
Polipropileno		
Fecha : Abril 2004		
Localización de Planta : Peru		
<b>Reporte</b>		
Alimentación de Propileno (Tm/año) :		105,554
Capacidad de Planta Polipropileno (Tm/año) :	100%	80.64%
	110,000	88,699
<b>Balace de Materiales :</b>		
Alimentación :		
Propileno :	16,363	13,194 kg/hr
Nitrógeno :	633	510 Nm <sup>3</sup> /h
Hidrógeno :	3	2 kg/hr
Estabilizadores :	206	166 \$/hr
<b>Total :</b>		<b>kg/hr</b>
Productos :		
Off Gas :	2,475	1,996 kg/hr
Polipropileno :	13,750	11,097 kg/hr
<b>Total :</b>		<b>kg/hr</b>
Bajo Costo ISBL/OSBL :	53.8	MM US\$
Alto Costo ISBL/OSBL :	63.2	MM US\$
Energia - Electricidad :		3,601 kWh
Nota : Basado en operación homopolimero		
Fuente: ABB Lummus		



Gráfico N°VII-2

# ORGANIGRAMA



## Gráfico N°VII-3

CONGRESO DE LA REPÚBLICA APRUEBA INICIATIVA PARA APROVECHAR GAS DE CAMISEA

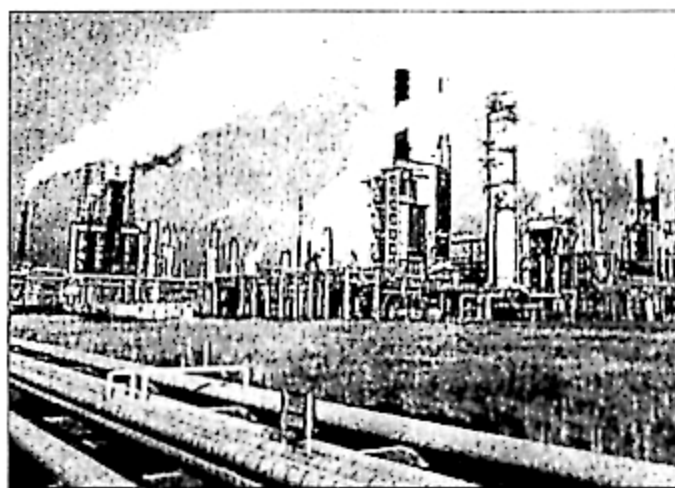
# Impulsan desarrollo de industria petroquímica

■ Se podrá invertir en plantas de procesamiento de gas natural

CON el objetivo de captar nuevas inversiones e impulsar el desarrollo de la industria petroquímica en el país, ante la próxima llegada del gas de Camisea a la Costa, el pleno del Congreso de la República aprobó el proyecto de ley de promoción de la inversión en plantas de procesamiento de gas natural.

La propuesta legal, aprobada por el Legislativo, extiende a las plantas de procesamiento de gas natural las garantías y beneficios considerados en la Ley Orgánica de Hidrocarburos sólo para los contratos de exploración o explotación de hidrocarburos.

De acuerdo con la exposición de motivos del dictamen, las modificaciones tienen carácter indefinido, a fin de atraer la mayor inversión posible al Perú relacionada con el gas natural de Camisea, en términos de plantas de procesamiento de gas, proyectos de gas



Quienes inviertan en procesar gas gozarán de estabilidad tributaria.

a líquidos y petroquímica ligera.

Así, los interesados en invertir en plantas de procesamiento de gas gozarán de un régimen de estabilidad tributaria y tratamiento similar a los contratos de exploración.

"Dichos beneficios y garantías constituyen el marco legal indispensable para la ejecución de in-

versiones de gran envergadura, como lo sería la construcción de una planta de gas a líquidos (GAL), de gas natural licuefactado (GNL) o de petroquímica básica."

Entre los beneficios, refiere el dictamen aprobado, se incluyen el régimen de estabilidad tributaria y cambiaria, la importación tempo-

ral por cuatro años, la inafectación a la importación de bienes que no se producen en el Perú y el derecho de la contabilidad en moneda extranjera, entre otros.

Asimismo, la iniciativa establece que para efectos de la aplicación del Impuesto Predial no se considerarán predios a las tuberías, ductos, tanques de almacenamiento, equipos de bombeo, compresoras, turbinas, intercambiadores de calor, y demás equipos e instalaciones componentes de las plantas de procesamiento de gas natural.

Además, se dispone que las ventas de exportación de los productos de las plantas de procesamiento de gas natural se mantengan inafectas al pago del aporte por regulación al Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (Osinerg).

La norma permitirá también que, en la suscripción del contrato-ley, se incorporen los beneficios del Decreto Legislativo N° 818, es decir, la Recuperación Anticipada del Impuesto General a las Ventas, beneficio que se ha concedido a todas las grandes inversiones efectuadas en el Perú en los últimos años, como Camisea y Antamina.

## **ESCENARIO 1**

**Tablas N°VII-4 a la N°VII-10**

**Tabla N°VII-4**

**INVERSION FIJA PARA LAS TRES PLANTAS MM US\$**

<b>Items Principales ISBL</b>			<b>MM US\$</b>
<b>A</b>	Equipos		106,21
<b>B</b>	Montaje (% de <b>A</b> )	20,0%	21,24
<b>C</b>	Ingeniería (% de <b>A</b> )	16,0%	16,99
<b>D</b>	Licencia de Operación (% de <b>A</b> )	10,5%	11,15
<b>E</b>	Utilidad del Contratista (% de <b>A</b> )	9,0%	9,56
<b>F</b>	Seguros de Flete, Manipulación y Riesgos (% de <b>A</b> )	25,5%	27,08
<b>G</b>	Supervisión (% de <b>A</b> )	5,0%	5,31
<b>H</b>	Inspección (% de <b>A, B, C, D, E, F, G</b> )	1,0%	1,98
<b>I</b>	Riesgos y Contingencias (% de <b>A, B, C, D, E, F, G, H</b> )	15,0%	29,93
<b>Sub-Total</b>			<b>229,46</b>

<b>Items Principales OSBL</b>			<b>MM US\$</b>
<b>J</b>	Sistemas de Generación de Servicios (vapor, agua de enfriamiento, agua desmineralizada, planta de aire)(% de <b>A</b> ).	27,0%	28,68
<b>K</b>	Sistemas de Tratamiento de residuos (% de <b>A</b> ).	20,5%	21,77
<b>L</b>	Sistemas de Tratamiento de agua fresca (% de <b>A</b> ).	15,5%	16,46
<b>M</b>	Sub-Estación Primaria, Transmisión y Distribución (% de <b>A</b> ).	18,5%	19,65
<b>N</b>	Construcciones de Cuarto de Control, Administración y Almacenes (warehouse)(% de <b>A</b> ).	2,0%	2,12
<b>O</b>	Almacenamiento de Producto terminado (% de <b>A</b> ).	26,0%	27,61
<b>P</b>	Flare (quemador) (% de <b>A</b> ).	7,0%	7,43
<b>Sub-Total</b>			<b>123,73</b>

<b>Items Adicionales</b>			<b>MM US\$</b>
<b>Q</b>	Costo del Terreno.		5,00
<b>R</b>	Preparación del área para la construcción y pilotaje. Remoción de equipo existente o construcciones enterradas. Gastos de Sobre tiempo.		0,10
<b>S</b>	Construcción del Campamento para la Construcción.		0,10
<b>T</b>	Construcción de los Almacenamientos de la Carga.		0,50
<b>U</b>	Construcciones de Laboratorio, Areas de Mantenimiento.		1,00
<b>V</b>	Arranque y operaciones iniciales.		1,50
<b>W</b>	Repuestos.		2,00
<b>X</b>	Costos de Permisos para Operar (Municipalidad, Región, DGH, OSINERG, DIGESA, etc.).		1,00
<b>Y</b>	Costos de Estudios Ambientales (EIA, Plan de Contingencias, Estudios de Riesgos, etc.), Sociales y de Mercado		0,50
<b>Z</b>	Gastos Administrativos y Operativos (personal propio, auditorías, asesorías, sistemas, entrenamientos, estudios especializados, relaciones públicas, etc.)		50,00
<b>A1</b>	Contingencias (Apoyo social, Constit. de Empresa, Asesorías, Bancos, etc.)		2,00
<b>Sub-Total</b>			<b>63,70</b>

<b>Impuestos</b>			<b>MM US\$</b>
	Aranceles (% de <b>A, J, K, L, M, O, P, W</b> )	15,0%	34,47
	Arbitrios (% de <b>N, S, T, U</b> )	0,5%	0,02
	IGV (% de <b>ISBL, OSBL, Items Adicionales</b> )	19,0%	79,21
<b>Sub-Total</b>			<b>113,70</b>

**Inversión Total Fija (ISBL + OSBL + Adicionales)**

	<b>MM US\$</b>
Sin Impuestos	<b>416,89</b>
Con Impuestos	<b>530,59</b>

Tabla N°VII-5

**CALCULO DEL CAPITAL DE TRABAJO**

**MATERIA PRIMA, PRODUCCIÓN e INGRESOS ( por Año)**

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>MTn</b>	<b>\$/Tn</b>	<b>MM US\$</b>
Propano	460,0	152,00	69,92
<b>Total Carga</b>	<b>460,0</b>		
<b>Total Costo por Materia Prima</b>			<b>69,92</b>

<b>PRODUCTO</b>	<b>PRODUCCION MTn</b>	<b>VALOR VENTA UNITARIO \$/Tn</b>	<b>VALOR MM US\$</b>
PE	204,0	870,00	177,52
PP	88,7	820,00	72,73
<b>Total</b>	<b>292,7</b>		<b>250,25</b>

**CAPITAL DE TRABAJO**

	<b>MM US\$</b>
Costo por Materia Prima ( 15 días de carga)	2,87
Cuentas por Pagar ( 5 días)	-0,96
Cuentas por Cobrar ( 15 días)	10,28
<b>Total Capital de Trabajo</b>	<b>12,20</b>



**Tabla N°VII-6**

**Egresos**

<b>Costos Fijos</b>			<b>MM\$/Año</b>
1	Mantenimiento (% de Inv. Fija)	2,5%	13,42
2	Seguros (% de Inv. Fija)	0,5%	2,65
3	Trabajadores (Ingr. Mensual + Todos los Beneficios)	120 p x \$2500	4,20
4	Depreciación		53,06
5	Otros (Auditorías Técnica / Económica, Monitoreos)		0,50
<b>Sub-Total</b>			<b>73,84</b>

<b>Costos Variables</b>	<b>Consumo por</b>	<b>Precio \$/ Unid</b>	<b>MM\$/Año</b>
6Electricidad (MWh)	102.264	79	8,08
7Fuel (MMBTU) - Gas Natural	3.411.412	1,2	4,09
8Otros (Prod. Quimicos, vapor, agua)			5,00
<b>Sub-Total</b>			<b>17,17</b>

<b>Materia Prima</b>	<b>MTn/ Año</b>	<b>Precio \$/ Tn</b>	<b>MM\$/Año</b>
9Propano	460	152	69,92
10 Otros			3,00
<b>Sub-Total</b>			<b>72,92</b>

<b>Impuestos</b>		<b>MM\$/Año</b>
Aranceles (% de 8)	15%	0,75
IGV (% de 8 y Materia Prima)	19%	14,81
<b>Sub-Total</b>		<b>15,56</b>

<b>Total Egresos</b>	<b>179,49</b>
----------------------	---------------

Tabla N°VII-7

Año de Operación		INVERSION				Flujo de Caja (MM\$)														
		-4	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Ingresos (Venta)					250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25
2	Egresos					179,49	179,49	179,49	179,49	179,49	179,49	179,49	179,49	179,49	179,49	179,49	126,43	126,43	126,43	126,43
3	<b>Utilidad Bruta</b>					<b>70,77</b>	<b>70,77</b>	<b>70,77</b>	<b>70,77</b>	<b>70,77</b>	<b>70,77</b>	<b>70,77</b>	<b>70,77</b>	<b>70,77</b>	<b>70,77</b>	<b>123,83</b>	<b>123,83</b>	<b>123,83</b>	<b>123,83</b>	<b>123,83</b>
4	Gastos Operativos (de Ventas, Generales y administrativos)	-4	-12	-17	-17	26,92	26,92	26,92	26,92	26,92	26,92	26,92	26,92	26,92	26,92	26,92	26,92	26,92	26,92	26,92
5	<b>Utilidad Operativa</b>					<b>43,85</b>	<b>43,85</b>	<b>43,85</b>	<b>43,85</b>	<b>43,85</b>	<b>43,85</b>	<b>43,85</b>	<b>43,85</b>	<b>43,85</b>	<b>43,85</b>	<b>96,90</b>	<b>96,90</b>	<b>96,90</b>	<b>96,90</b>	<b>96,90</b>
6	Impuestos (30 % UO)					13,15	13,15	13,15	13,15	13,15	13,15	13,15	13,15	13,15	13,15	29,07	29,07	29,07	29,07	29,07
7	<b>Utilidad Operativa después de Impuestos</b>					<b>30,69</b>	<b>30,69</b>	<b>30,69</b>	<b>30,69</b>	<b>30,69</b>	<b>30,69</b>	<b>30,69</b>	<b>30,69</b>	<b>30,69</b>	<b>30,69</b>	<b>67,83</b>	<b>67,83</b>	<b>67,83</b>	<b>67,83</b>	<b>67,83</b>
8	Depreciación					53,06	53,06	53,06	53,06	53,06	53,06	53,06	53,06	53,06	53,06					
	Capital de Trabajo				-12,20															
9	Inversiones	-75,59	-120,65	-142,18	-142,18															
10	<b>Flujo de Caja</b>	<b>-79,59</b>	<b>-132,65</b>	<b>-159,18</b>	<b>-159,18</b>	<b>83,75</b>	<b>83,75</b>	<b>83,75</b>	<b>83,75</b>	<b>83,75</b>	<b>83,75</b>	<b>83,75</b>	<b>83,75</b>	<b>83,75</b>	<b>83,75</b>	<b>67,83</b>	<b>67,83</b>	<b>67,83</b>	<b>67,83</b>	<b>67,83</b>

VAN (MMUS\$) al 12% **9,15**

TIR **7,37%**

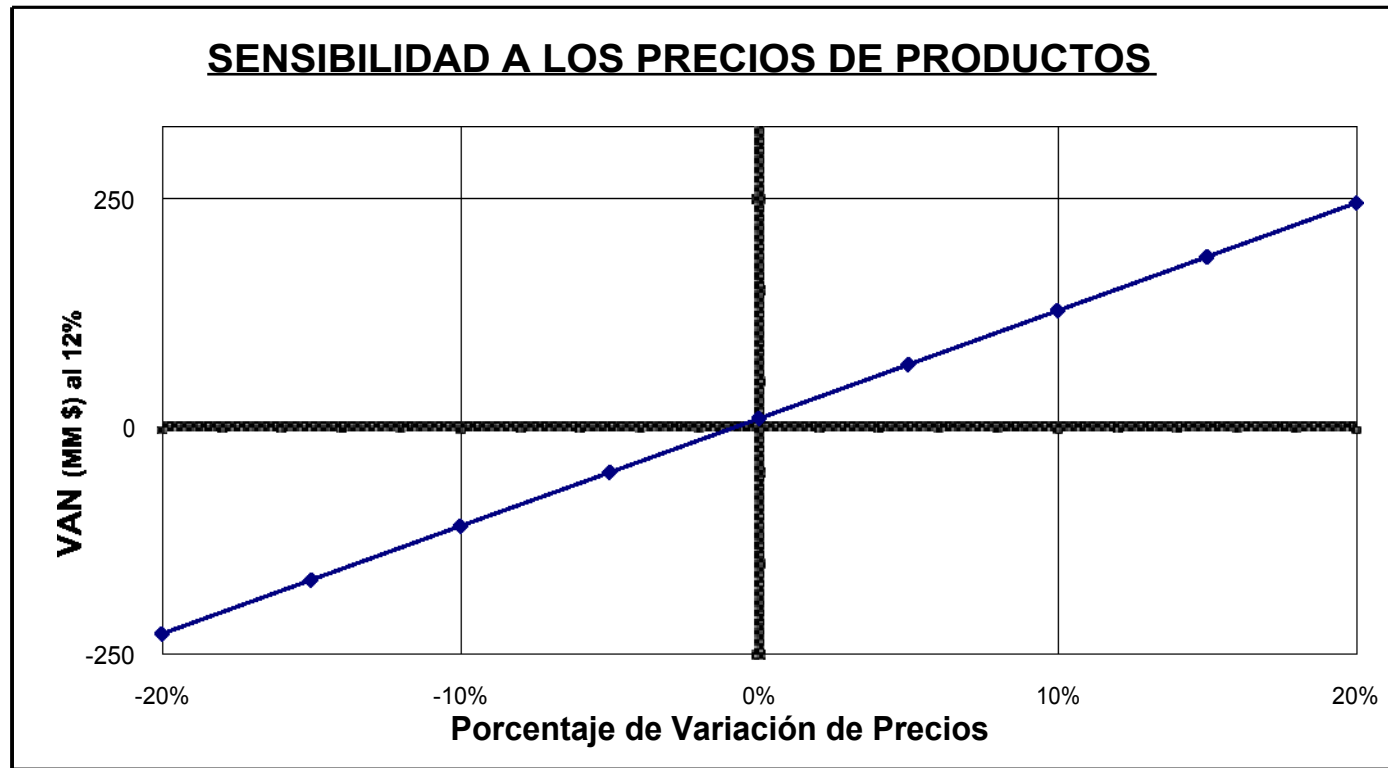
Tiempo de Recuperación de la Inversión  
**PAY - OUT : 6,5 años**

Tabla N°VII-8

**Sensibilidad a los Precios de Productos**

**Base**

Variación	-20%	-15%	-10%	-5%		5%	10%	15%	20%
Precio PE \$fTm	696,00	739,50	783,00	826,50	870,00	913,50	957,00	1000,50	1044,00
Precio PP \$fTm	656,00	697,00	738,00	779,00	820,00	861,00	902,00	943,00	984,00
<b>VAN (MMUS\$) al 12% :</b>	<b>-227,42</b>	<b>-168,27</b>	<b>-109,13</b>	<b>-49,99</b>	9,15	68,29	127,43	186,58	245,72
<b>TIR :</b>	<b>-0,93%</b>	1,47%	3,61%	5,56%	7,37%	9,06%	10,67%	12,21%	13,69%
<b>PAY - OUT (años) :</b>	11,1	9,4	8,2	7,2	6,5	5,9	5,4	4,9	4,6



## Tabla N°VII-9

### Sensibilidad a la Capacidad de Producción

Considerando como referencia  
80% de capacidad de planta

Variación	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
Producción PE Tm	178,54	191,30	204,05	216,80	229,55	242,31	255,06
Producción PP Tm	77,61	83,16	88,70	94,24	99,79	105,33	110,87
<b>VAN (MMUS\$) al 12% :</b>	<b>-62,37</b>	<b>-26,35</b>	9,15	44,13	78,58	112,52	145,93
<b>TIR :</b>	5,15%	6,29%	7,37%	8,38%	9,35%	10,28%	11,16%
<b>PAY - OUT (años) :</b>	7,4	6,9	6,5	6,1	5,8	5,5	5,2

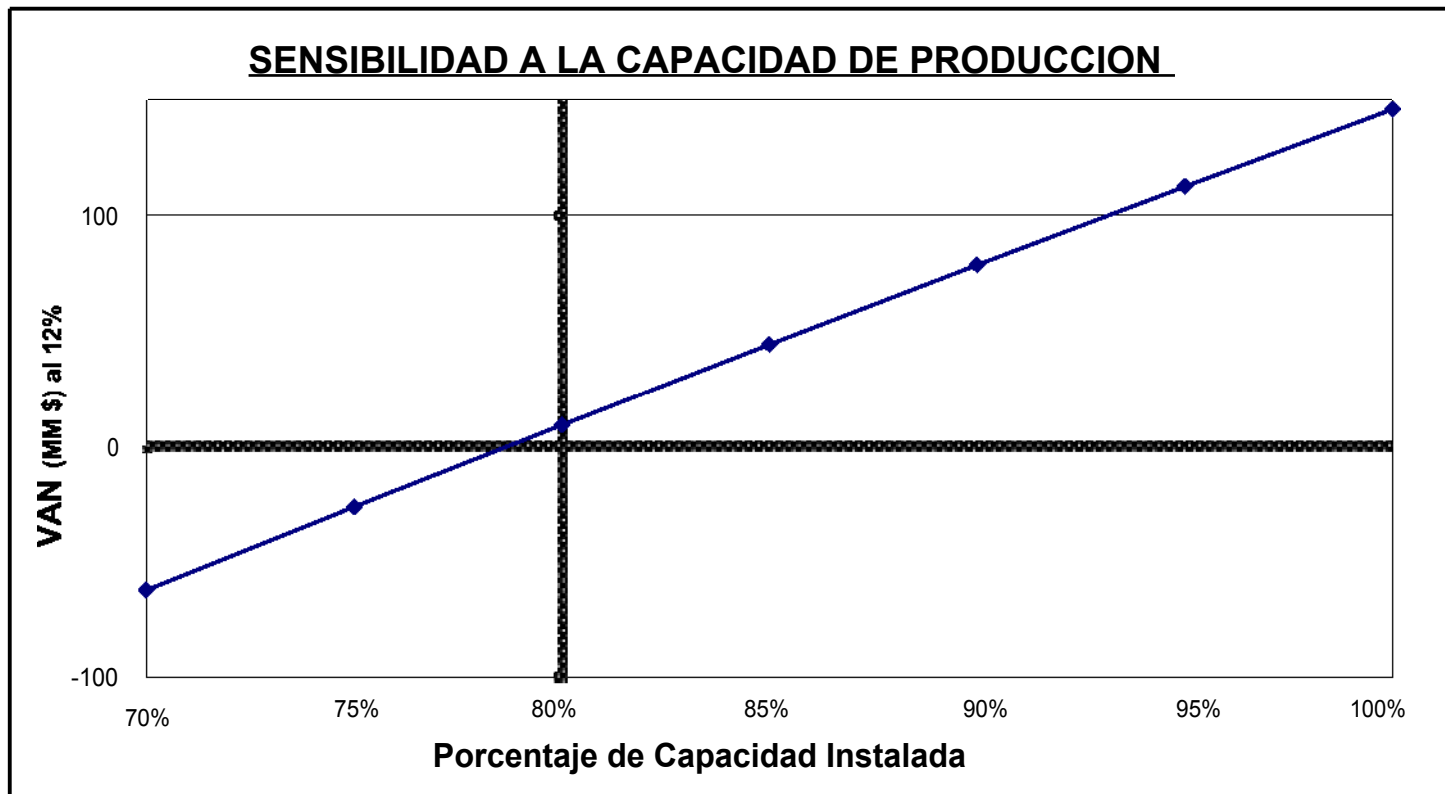
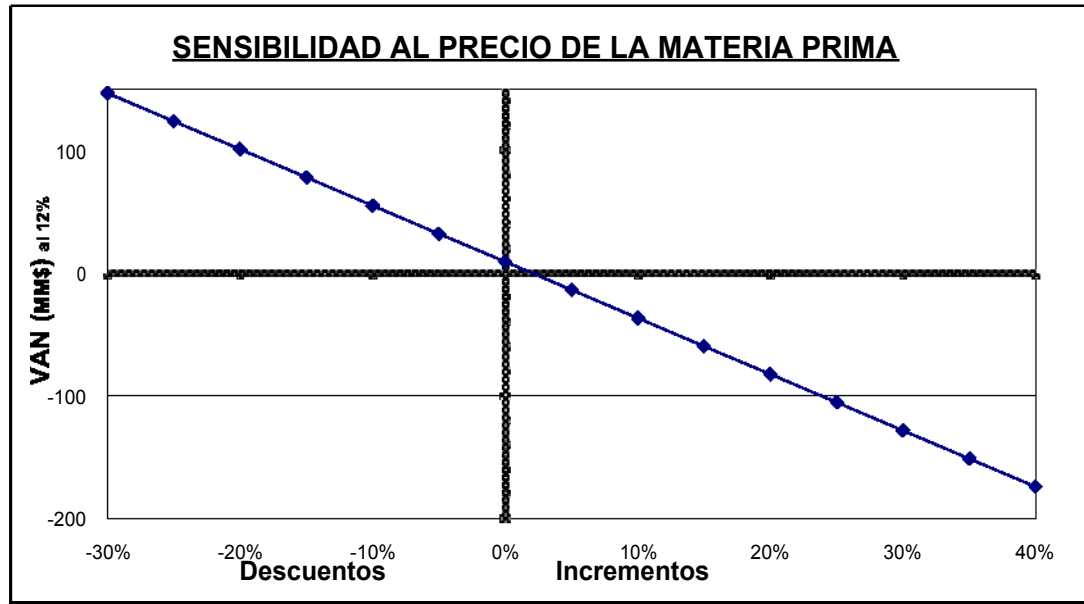


Tabla N°VII-10

**Sensibilidad a los Precios de la Materia Prima - Propano**

Variación	<b>Incrementos</b>								<b>Base</b>	<b>descuentos</b>					
	40%	35%	30%	25%	20%	15%	10%	5%		-5%	-10%	-15%	-20%	-25%	-30%
Precio Propano \$/Tm	212,80	205,20	197,60	190,00	182,40	174,80	167,20	159,60	152,00	144,40	136,80	129,20	121,60	114,00	106,40
<b>VAN (MMUS\$) al 12% :</b>	<b>-174,10</b>	<b>-151,19</b>	<b>-128,29</b>	<b>-105,38</b>	<b>-82,47</b>	<b>-59,57</b>	<b>-36,66</b>	<b>-13,76</b>	9,15	32,06	54,96	77,87	100,78	123,68	146,59
<b>TIR :</b>	1,29%	2,15%	2,97%	3,76%	4,52%	5,26%	5,98%	6,68%	7,37%	8,03%	8,69%	9,33%	9,95%	10,57%	11,18%
<b>PAY - OUT (años) :</b>	9,5	9,0	8,5	8,1	7,7	7,4	7,0	6,8	6,5	6,2	6,0	5,8	5,6	5,4	5,2



**Tabla N°VII-11**

**INVERSION FIJA PARA LAS TRES PLANTAS MM US\$**

<b>Items Principales ISBL</b>			<b>MM US\$</b>
<b>A</b>	Equipos		99,39
<b>B</b>	Montaje (% de <b>A</b> )	20,0%	19,88
<b>C</b>	Ingeniería (% de <b>A</b> )	16,0%	15,90
<b>D</b>	Licencia de Operación (% de <b>A</b> )	10,5%	10,44
<b>E</b>	Utilidad del Contratista (% de <b>A</b> )	9,0%	8,95
<b>F</b>	Seguros de Flete, Manipulación y Riesgos (% de <b>A</b> )	25,5%	25,34
<b>G</b>	Supervisión (% de <b>A</b> )	5,0%	4,97
<b>H</b>	Inspección (% de <b>A, B, C, D, E, F, G</b> )	1,0%	1,85
<b>I</b>	Riesgos y Contingencias (% de <b>A, B, C, D, E, F, G, H</b> )	15,0%	28,01
<b>Sub-Total</b>			<b>214,72</b>
<b>Items Principales OSBL</b>			<b>MM US\$</b>
<b>J</b>	Sistemas de Generación de Servicios (vapor, agua de enfriamiento, agua desmineralizada, planta de aire)(% de <b>A</b> )	27,0%	26,84
<b>K</b>	Sistemas de Tratamiento de residuos (% de <b>A</b> ).	20,5%	20,37
<b>L</b>	Sistemas de Tratamiento de agua fresca (% de <b>A</b> ).	15,5%	15,41
<b>M</b>	Sub-Estación Primaria, Transmisión y Distribución (% de <b>A</b> ).	18,5%	18,39
<b>N</b>	Construcciones de Cuarto de Control, Administración y Almacenes (warehouse)(% de <b>A</b> ).	2,0%	1,99
<b>O</b>	Almacenamiento de Producto terminado (% de <b>A</b> ).	26,0%	25,84
<b>P</b>	Flare (quemador) (% de <b>A</b> ).	7,0%	6,96
<b>Sub-Total</b>			<b>115,79</b>
<b>Items Adicionales</b>			<b>MM US\$</b>
<b>Q</b>	Costo del Terreno.		5,00
<b>R</b>	Preparación del área para la construcción y pilotaje. Remoción de equipo existente o construcciones enterradas. Gastos de Sobretiempo.		0,10
<b>S</b>	Construcción del Campamento para la Construcción.		0,10
<b>T</b>	Construcción de los Almacenamientos de la Carga.		0,50
<b>U</b>	Construcciones de Laboratorio, Areas de Mantenimiento.		1,00
<b>V</b>	Arranque y operaciones iniciales.		1,50
<b>W</b>	Repuestos.		2,00
<b>X</b>	Costos de Permisos para Operar (Municipalidad, Región, DGH, OSINERG, DIGESA, etc.).		1,00
<b>Y</b>	Costos de Estudios Ambientales (EIA, Plan de Contingencias, Estudios de Riesgos, etc.), Sociales y de Mercado		0,50
<b>Z</b>	Gastos Administrativos y Operativos (personal propio, auditorías, asesorías, sistemas, entrenamientos, estudios especializados, relaciones públicas, etc.)		50,00
<b>A1</b>	Contingencias (Apoyo social, Constit. de Empresa, Asesorías, Bancos, etc.)		2,00
<b>Sub-Total</b>			<b>63,70</b>
<b>Impuestos</b>			<b>MM US\$</b>
	Aranceles (% de <b>A, J, K, L, M, O, P, W</b> )	15,0%	32,28
	Arbitrios (% de <b>N, S, T, U</b> )	0,5%	0,02
	IGV (% de <b>ISBL, OSBL, Items Adicionales</b> )	19,0%	74,90
<b>Sub-Total</b>			<b>107,20</b>
<b>Inversión Total Fija (ISBL + OSBL + Adicionales)</b>			<b>MM US\$</b>
		Sin Impuestos	<b>394,21</b>
		Con Impuestos	<b>501,41</b>

Tabla N°VII.12

**CALCULO DEL CAPITAL DE TRABAJO**

**MATERIA PRIMA, PRODUCCIÓN e INGRESOS ( por Año)**

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>MTn</b>	<b>\$/Tn</b>	<b>MM US\$</b>
Propano	460,0	152,00	69,92
<b>Total Carga</b>	<b>460,0</b>		

**Total Costo por Materia Prima** **69,92**

	<b>PRODUCCION</b>	<b>VALOR VENTA UNITARIO</b>	<b>VALOR</b>
<b>PRODUCTO</b>	<b>MTn</b>	<b>\$/Tn</b>	<b>MM US\$</b>
PE	204,0	870,00	177,52
PP	88,7	820,00	72,73
<b>Total Producción</b>	<b>292,7</b>		<b>250,25</b>

**CAPITAL DE TRABAJO**

	<b>MM US\$</b>
Costo por Materia Prima ( 15 días de carga)	2,87
Cuentas por Pagar ( 5 días)	-0,96
Cuentas por Cobrar ( 15 días)	10,28
<b>Total Capital de Trabajo</b>	<b>12,20</b>

**Tabla N°VII-13**

**Egresos**

<b>Costos Fijos</b>			<b>MM\$/Año</b>
1	Mantenimiento (% de Inv. Fija)	2,5%	12,69
2	Seguros (% de Inv. Fija)	0,5%	2,51
3	Trabajadores (Ingr. Mensual + Todos los Beneficios)	120 p x \$2500	4,20
4	Depreciación		50,14
5	Otros (Auditorías Técnica / Económica, Monitoreos)		0,50
<b>Sub-Total</b>			<b>70,03</b>

<b>Costos Variables</b>	<b>Consumo por</b>	<b>Precio \$/ Unid</b>	<b>MM\$/Año</b>
6Electricidad (MWh)	102.264	79	8,08
7Fuel (MMBTU) - Gas Natural	3.411.412	1,2	4,09
8Otros (Prod. Quimicos, vapor, agua)			5,00
<b>Sub-Total</b>			<b>17,17</b>

<b>Materia Prima</b>	<b>MTn/ Año</b>	<b>Precio \$/ Tn</b>	<b>MM\$/Año</b>
9Propano	460	152	69,92
10Otros			3,00
<b>Sub-Total</b>			<b>72,92</b>

<b>Impuestos</b>		<b>MM\$/Año</b>
Aranceles (% de 8)	15%	0,75
IGV (% de 8 y Materia Prima)	19%	14,81
<b>Sub-Total</b>		<b>15,56</b>

<b>Total Egresos</b>	<b>175,68</b>
----------------------	---------------



Tabla N°VII-14

		INVERSION				Flujo de Caja (MM\$)														
Año de Operación		-4	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Ingresos (Venta)					250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25
2	Egresos					175,68	175,68	175,68	175,68	175,68	175,68	175,68	175,68	175,68	175,68	125,54	125,54	125,54	125,54	125,54
3	<b>Utilidad Bruta</b>					<b>74,57</b>	<b>74,57</b>	<b>74,57</b>	<b>74,57</b>	<b>74,57</b>	<b>74,57</b>	<b>74,57</b>	<b>74,57</b>	<b>74,57</b>	<b>74,57</b>	<b>124,71</b>	<b>124,71</b>	<b>124,71</b>	<b>124,71</b>	<b>124,71</b>
4	Gastos Operativos (de Ventas, Generales y administrativos)	-4	-12	-17	-17	26,35	26,35	26,35	26,35	26,35	26,35	26,35	26,35	26,35	26,35	26,35	26,35	26,35	26,35	26,35
5	<b>Utilidad Operativa</b>					<b>48,22</b>	<b>48,22</b>	<b>48,22</b>	<b>48,22</b>	<b>48,22</b>	<b>48,22</b>	<b>48,22</b>	<b>48,22</b>	<b>48,22</b>	<b>48,22</b>	<b>98,36</b>	<b>98,36</b>	<b>98,36</b>	<b>98,36</b>	<b>98,36</b>
6	Impuestos (30% UO)					14,47	14,47	14,47	14,47	14,47	14,47	14,47	14,47	14,47	14,47	29,51	29,51	29,51	29,51	29,51
7	<b>Utilidad Operativa después de Impuestos</b>					<b>33,75</b>	<b>33,75</b>	<b>33,75</b>	<b>33,75</b>	<b>33,75</b>	<b>33,75</b>	<b>33,75</b>	<b>33,75</b>	<b>33,75</b>	<b>33,75</b>	<b>68,85</b>	<b>68,85</b>	<b>68,85</b>	<b>68,85</b>	<b>68,85</b>
8	Depreciación					50,14	50,14	50,14	50,14	50,14	50,14	50,14	50,14	50,14	50,14					
9	Capital de Trabajo				-12,20															
10	Inversiones	-55,13	-86,55	-101,26	-101,26															
11	<b>Flujo de Caja</b>	<b>-59,13</b>	<b>-98,55</b>	<b>-118,26</b>	<b>-118,26</b>	<b>83,89</b>	<b>83,89</b>	<b>83,89</b>	<b>83,89</b>	<b>83,89</b>	<b>83,89</b>	<b>83,89</b>	<b>83,89</b>	<b>83,89</b>	<b>83,89</b>	<b>68,85</b>	<b>68,85</b>	<b>68,85</b>	<b>68,85</b>	<b>68,85</b>

**VAN (MMUS\$) al 12%** 147,52

**VAN (MMUS\$) al 20%** -21,43

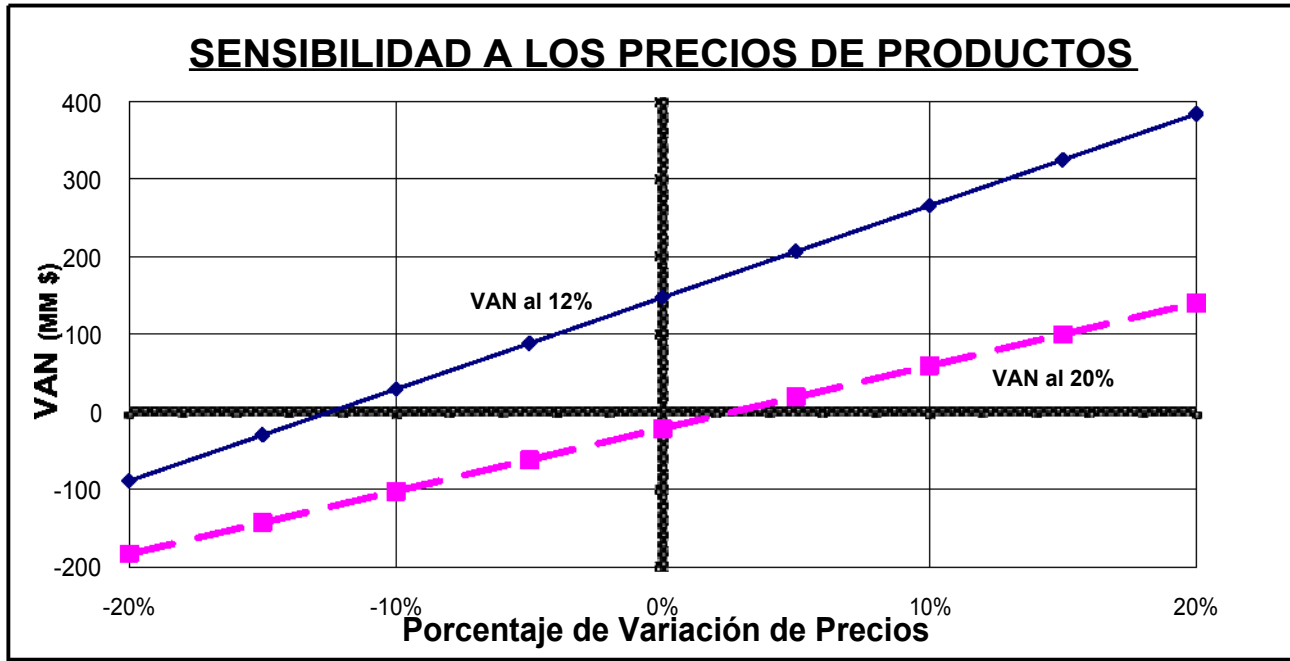
**TIR 12,52%**

Tiempo de Recuperación de la Inversión  
**PAY - OUT :** 4,8 años

**Sensibilidad a los Precios de Productos**

Base

Variación	-20%	-15%	-10%	-5%		5%	10%	15%	20%
Precio PE \$fTm	696,00	739,50	783,00	826,50	870,00	913,50	957,00	1000,50	1044,00
Precio PP \$fTm	656,00	697,00	738,00	779,00	820,00	861,00	902,00	943,00	984,00
<b>VAN (MMUS\$) al 12% :</b>	<b>-89,05</b>	<b>-29,91</b>	29,24	88,38	147,52	206,66	265,80	324,94	384,09
<b>VAN (MMUS\$) al 20% :</b>	<b>-183,19</b>	<b>-142,75</b>	<b>-102,31</b>	<b>-61,87</b>	<b>-21,43</b>	19,00	59,44	99,88	140,32
<b>TIR :</b>	3,16%	5,82%	8,22%	10,44%	12,52%	14,49%	16,37%	18,18%	19,93%
<b>PAY - OUT (años) :</b>	8,3	7,0	6,1	5,4	4,8	4,4	4,0	3,7	3,4



**Tabla N°VII-16**

**Sensibilidad a la Capacidad de Producción**

Considerando como referencia  
80% de capacidad de planta

Variación	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
Producción PE Tm	178,54	191,30	204,05	216,80	229,55	242,31	255,06
Producción PP Tm	77,61	83,16	88,70	94,24	99,79	105,33	110,87
<b>VAN</b> (MMUS\$) al 12% :	76,00	112,02	147,52	182,50	216,95	250,89	284,30
<b>VAN</b> (MMUS\$) al 20% :	-70,05	-45,56	-21,43	2,34	25,75	48,81	71,51
<b>TIR</b> :	9,99%	11,29%	12,52%	13,69%	14,82%	15,89%	16,93%
<b>PAY - OUT</b> (años) :	5,5	5,2	4,8	4,6	4,3	4,1	3,9

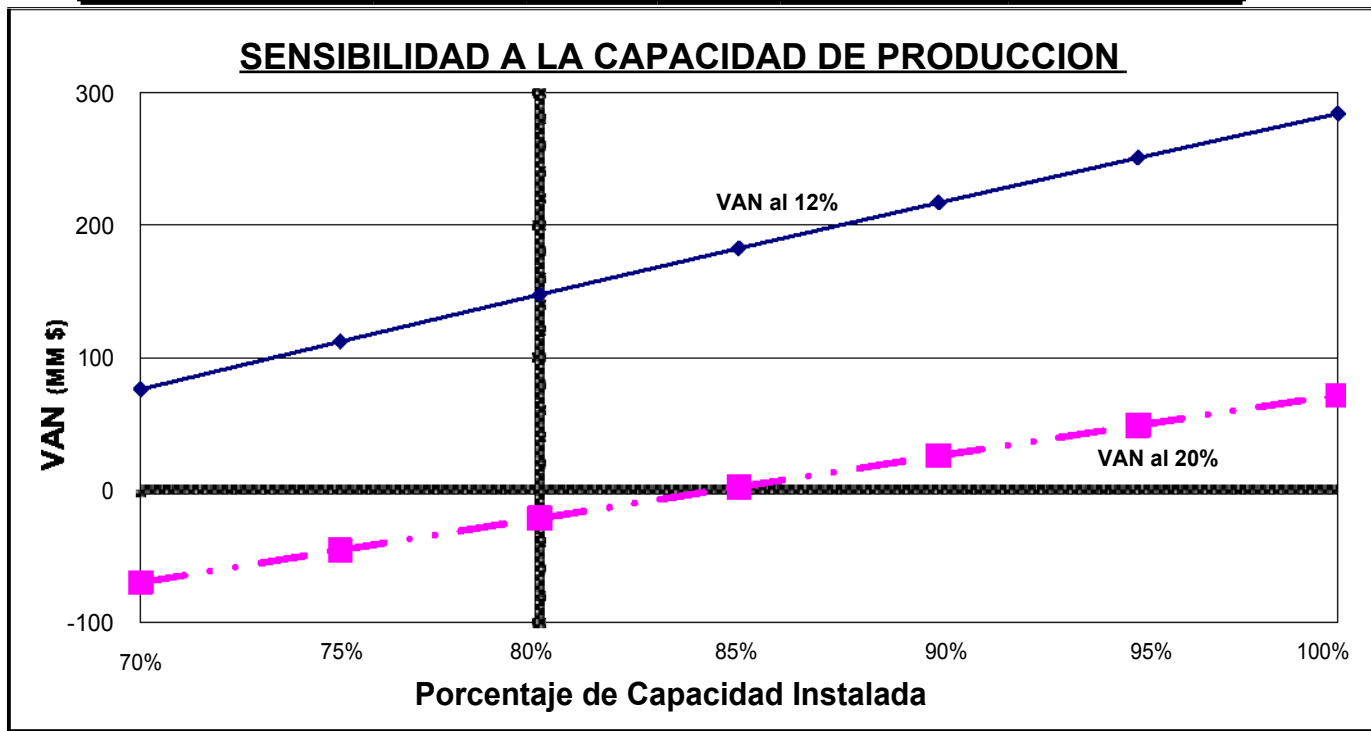


Tabla N°VII-17

**Sensibilidad a los Precios de la Materia Prima - Propano**

Variación	Incrementos								Base	escuentos					
	40%	35%	30%	25%	20%	15%	10%	5%		-5%	-10%	-15%	-20%	-25%	-30%
Precio Propano \$/Tm	212,80	205,20	197,60	190,00	182,40	174,80	167,20	159,60	152,00	144,40	136,80	129,20	121,60	114,00	106,40
<b>VAN (MMUS\$) al 12%</b>	-35,73	-12,82	10,08	32,99	55,89	78,80	101,71	124,61	147,52	170,42	193,33	216,24	239,14	262,05	284,96
<b>VAN (MMUS\$) al 20%</b>	-147,47	-131,72	-115,96	-100,21	-84,45	-68,70	-52,94	-37,19	-21,43	-5,68	10,08	25,83	41,58	57,34	73,09
<b>TIR</b>	5,60%	6,56%	7,49%	8,38%	9,25%	10,10%	10,92%	11,73%	12,52%	13,29%	14,05%	14,80%	15,54%	16,26%	16,98%
<b>PAY - OUT (años)</b>	7,1	6,7	6,4	6,1	5,8	5,5	5,3	5,0	4,8	4,7	4,5	4,3	4,2	4,0	3,9

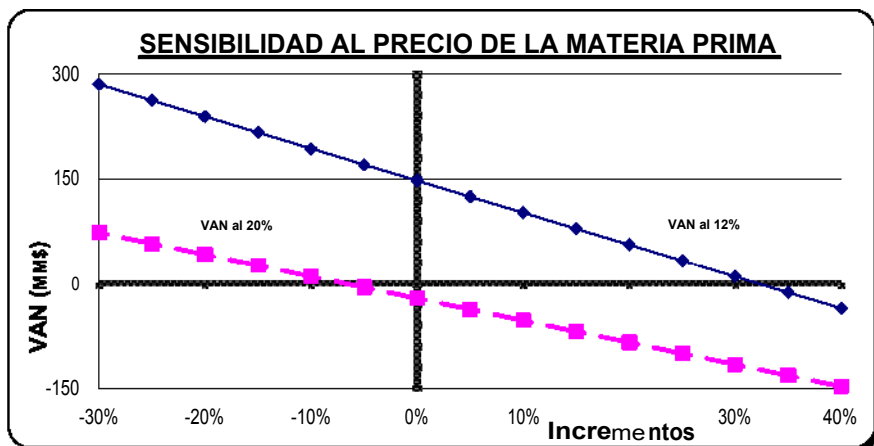


Tabla N°VII-18

INVERSION FIJA PARA LAS TRES PLANTAS MM US\$

Items Principales ISBL			MM US\$
A	Equipos		92,56
B	Montaje (% de A)	20,0%	18,51
C	Ingeniería (% de A)	16,0%	14,81
D	Licencia de Operación (% de A)	10,5%	9,72
E	Utilidad del Contratista (% de A)	9,0%	8,33
F	Seguros de Flete, Manipulación y Riesgos (% de A)	25,5%	23,60
G	Supervisión (% de A)	5,0%	4,63
H	Inspección (% de A, B, C, D, E, F, G)	1,0%	1,72
I	Riesgos y Contingencias (% de A, B, C, D, E, F, G, H)	15,0%	26,08
<b>Sub-Total</b>			<b>199,97</b>
Items Principales OSBL			MM US\$
J	Sistemas de Generación de Servicios (vapor, agua de enfriamiento, agua desmineralizada, planta de aire)(% de A).	27,0%	24,99
K	Sistemas de Tratamiento de residuos (% de A).	20,5%	18,97
L	Sistemas de Tratamiento de agua fresca (% de A).	15,5%	14,35
M	Sub-Estación Primaria, Transmisión y Distribución (% de A).	18,5%	17,12
N	Construcciones de Cuarto de Control, Administración y Almacenes (warehouse)(% de A).	2,0%	1,85
O	Almacenamiento de Producto terminado (% de A).	26,0%	24,07
P	Flare (quemador) (% de A).	7,0%	6,48
<b>Sub-Total</b>			<b>107,83</b>
Items Adicionales			MM US\$
Q	Costo del Terreno.		5,00
R	Preparación del área para la construcción y pilotaje. Remoción de equipo existente o construcciones enterradas. Gastos de Sobretiempo.		0,10
S	Construcción del Campamento para la Construcción.		0,10
T	Construcción de los Almacenamientos de la Carga.		0,50
U	Construcciones de Laboratorio, Areas de Mantenimiento.		1,00
V	Arranque y operaciones iniciales.		1,50
W	Repuestos.		2,00
X	Costos de Permisos para Operar (Municipalidad, Región, DGH, OSINERG, DIGESA, etc.).		1,00
Y	Costos de Estudios Ambientales (EIA, Plan de Contingencias, Estudios de Riesgos, etc.), Sociales y de Mercado		0,50
Z	Gastos Administrativos y Operativos (personal propio, auditorías, asesorías, sistemas, entrenamientos, estudios especializados, relaciones públicas, etc.)		50,00
A1	Contingencias (Apoyo social, Constit. de Empresa, Asesorías, Bancos, etc.)		2,00
<b>Sub-Total</b>			<b>63,70</b>
Impuestos			MM US\$
	Aranceles (% de A, J, K, L, M, O, P, W)	15,0%	30,08
	Arbitrios (% de N, S, T, U)	0,5%	0,02
	IGV (% de ISBL, OSBL, Items Adicionales)	19,0%	70,58
<b>Sub-Total</b>			<b>100,68</b>
<b>Inversión Total Fija (ISBL + OSBL + Adicionales)</b>			<b>MM US\$</b>
			<b>Sin Impuestos 371,50</b>
			<b>Con Impuestos 472,18</b>

Tabla N°VII-19

**CALCULO DEL CAPITAL DE TRABAJO**

**MATERIA PRIMA, PRODUCCIÓN e INGRESOS ( por Año).**

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>MTn</b>	<b>\$/Tn</b>
Propano	460,0	152,00
<b>Total Carga</b>	<b>460,0</b>	

**Total Costo por Materia Prima**

<b>PRODUCTO</b>	<b>PRODUCCION MTn</b>	<b>VALOR VENTA UNITARIO \$/Tn</b>
PE	204,0	870,00
PP	88,7	820,00
<b>Total Producción</b>	<b>292,7</b>	

**CAPITAL DE TRABAJO**

	<b>MM US\$</b>
Costo por Materia Prima ( 15 días de carga)	2,87
Cuentas por Pagar ( 5 días)	-0,96
Cuentas por Cobrar ( 15 días)	10,28
<b>Total Capital de Trabajo</b>	<b>12,20</b>

**Tabla N°VII-20**

**Egresos**

<b>Costos Fijos</b>			<b>MM\$/Año</b>
1	Mantenimiento (% de Inv. Fija)	2,5%	11,95
2	Seguros (% de Inv. Fija)	0,5%	2,36
3	Trabajadores (Ingr. Mensual + Todos los Beneficios)	120 p x \$2500	4,20
4	Depreciación		47,22
5	Otros (Auditorías Técnica / Económica, Monitoreos)		0,50
<b>Sub-Total</b>			<b>66,23</b>

<b>Costos Variables</b>	<b>Consumo por</b>	<b>Precio \$/ Unid</b>	<b>MM\$/Año</b>
6Electricidad (MWh)	102.264	79	8,08
7Fuel (MMBTU) - Gas Natural	3.411.412	1,2	4,09
8Otros (Prod. Quimicos, vapor, agua)			5,00
<b>Sub-Total</b>			<b>17,17</b>

<b>Materia Prima</b>	<b>MTn/ Año</b>	<b>Precio \$/ Tn</b>	<b>MM\$/Año</b>
9Propano	460	152	69,92
10Otros			3,00
<b>Sub-Total</b>			<b>72,92</b>

<b>Impuestos</b>			<b>MM\$/Año</b>
Aranceles (% de 8)		15%	0,75
IGV (% de 8 y Materia Prima)		19%	14,81
<b>Sub-Total</b>			<b>15,56</b>

<b>Total Egresos</b>	<b>171,88</b>
----------------------	---------------

Tabla N°VII-21

Flujo de Caja (MM\$)

Año de Operación	INVERSION				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	-4	-3	-2	-1															
1	Ingresos (Venta)				250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25	250,25
2	Egresos				171,88	171,88	171,88	171,88	171,88	171,88	171,88	171,88	171,88	171,88	124,66	124,66	124,66	124,66	124,66
3	<b>Utilidad Bruta</b>				<b>78,38</b>	<b>78,38</b>	<b>78,38</b>	<b>78,38</b>	<b>78,38</b>	<b>78,38</b>	<b>78,38</b>	<b>78,38</b>	<b>78,38</b>	<b>78,38</b>	<b>125,60</b>	<b>125,60</b>	<b>125,60</b>	<b>125,60</b>	<b>125,60</b>
4	Gastos Operativos (de Ventas, Generales y administrativos)	-4	-12	-17	-17	25,78	25,78	25,78	25,78	25,78	25,78	25,78	25,78	25,78	25,78	25,78	25,78	25,78	25,78
5	<b>Utilidad Operativa</b>					<b>52,60</b>	<b>52,60</b>	<b>52,60</b>	<b>52,60</b>	<b>52,60</b>	<b>52,60</b>	<b>52,60</b>	<b>52,60</b>	<b>52,60</b>	<b>99,82</b>	<b>99,82</b>	<b>99,82</b>	<b>99,82</b>	<b>99,82</b>
6	Impuestos (30% UO)					15,78	15,78	15,78	15,78	15,78	15,78	15,78	15,78	15,78	29,94	29,94	29,94	29,94	29,94
7	<b>Utilidad Operativa después de Impuestos</b>					<b>36,82</b>	<b>36,82</b>	<b>36,82</b>	<b>36,82</b>	<b>36,82</b>	<b>36,82</b>	<b>36,82</b>	<b>36,82</b>	<b>36,82</b>	<b>69,87</b>	<b>69,87</b>	<b>69,87</b>	<b>69,87</b>	<b>69,87</b>
8	Depreciación					47,22	47,22	47,22	47,22	47,22	47,22	47,22	47,22	47,22					
9	Capital de Trabajo																		
10	Inversiones	-51,72	-80,87	-94,45	-94,45														
11	<b>Flujo de Caja</b>	<b>-55,72</b>	<b>-92,87</b>	<b>-111,45</b>	<b>-111,45</b>	<b>84,04</b>	<b>84,04</b>	<b>84,04</b>	<b>84,04</b>	<b>84,04</b>	<b>84,04</b>	<b>84,04</b>	<b>84,04</b>	<b>84,04</b>	<b>69,87</b>	<b>69,87</b>	<b>69,87</b>	<b>69,87</b>	<b>69,87</b>

VAN (MMUS\$) al 12% 172,22

VAN (MMUS\$) al 20% 2,37

TIR 13,70%

Tiempo de Recuperación de la Inversión  
PAY - OUT : 4,6 años

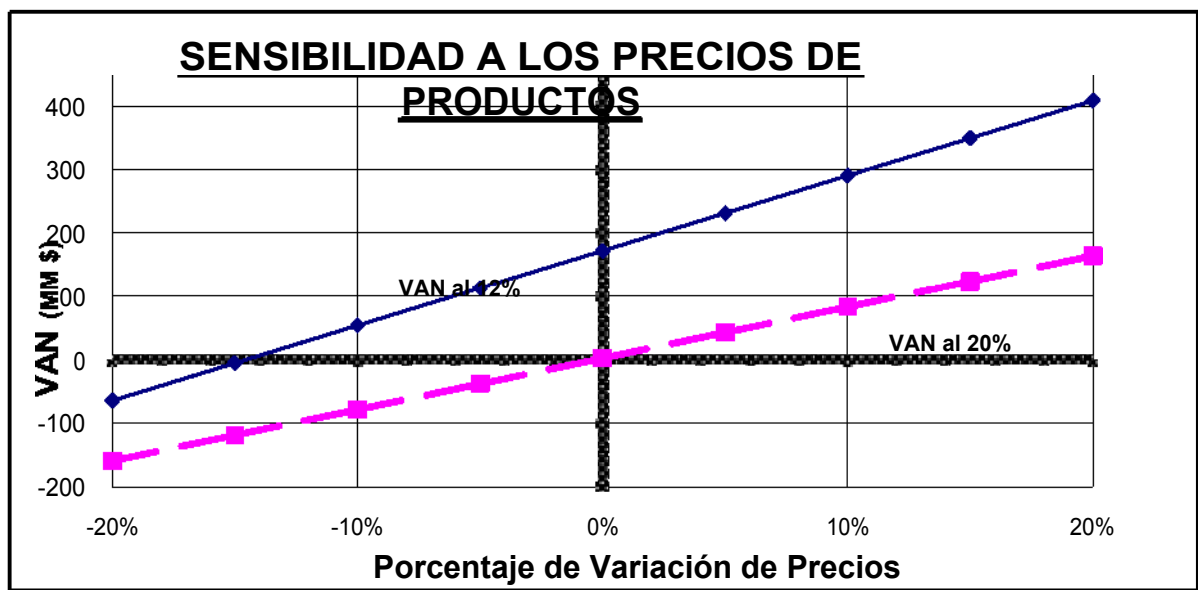


## Tabla N°VII-22

### Sensibilidad a los Precios de Productos

Base

Variación	-20%	-15%	-10%	-5%	Base	5%	10%	15%	20%
Precio PE \$fTm	696,00	739,50	783,00	826,50	870,00	913,50	957,00	1000,50	1044,00
Precio PP \$fTm	656,00	697,00	738,00	779,00	820,00	861,00	902,00	943,00	984,00
<b>VAN (MMUS\$) al 12% :</b>	<b>-64,34</b>	<b>-5,20</b>	53,94	113,08	172,22	231,36	290,51	349,65	408,79
<b>VAN (MMUS\$) al 20% :</b>	<b>-159,38</b>	<b>-118,94</b>	<b>-78,51</b>	<b>-38,07</b>	2,37	42,81	83,25	123,68	164,12
<b>TIR :</b>	4,14%	6,84%	9,30%	11,57%	13,70%	15,73%	17,67%	19,54%	21,36%
<b>PAY - OUT (años) :</b>	7,8	6,6	5,8	5,1	4,6	4,1	3,8	3,5	3,2

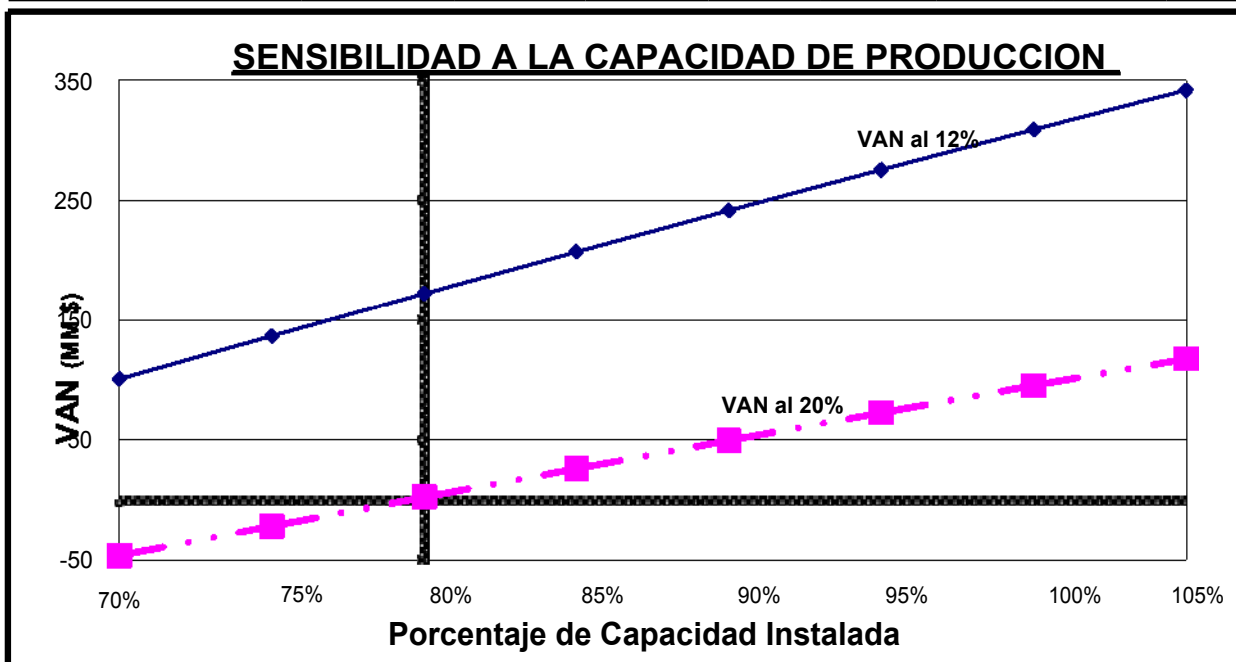


## Tabla VII-23

### Sensibilidad a la Capacidad de Producción

Considerando como referencia  
80% de capacidad de planta

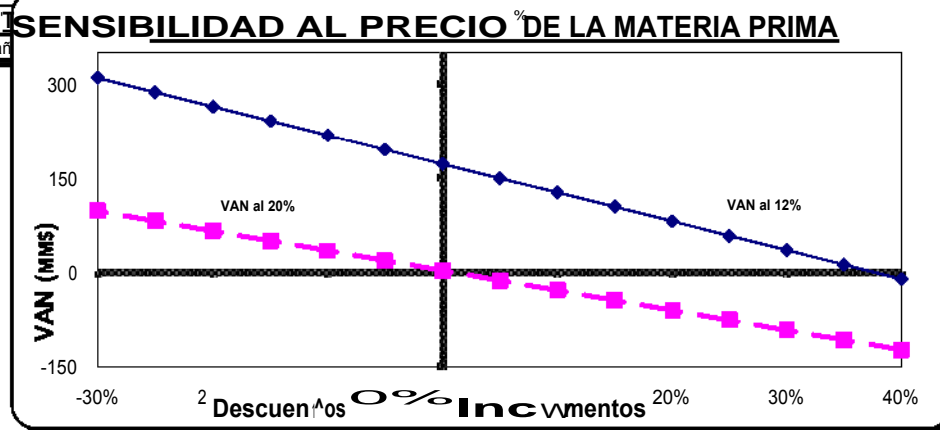
Variación	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	105%
Producción PE Tm	178,54	191,30	204,05	216,80	229,55	242,31	255,06	267,81
Producción PP Tm	77,61	83,16	88,70	94,24	99,79	105,33	110,87	116,42
<b>VAN (MMUS\$) al 12% :</b>	100,70	136,72	172,22	207,20	241,66	275,59	309,01	341,90
<b>VAN (MMUS\$) al 20% :</b>	-46,25	-21,76	2,37	26,14	49,56	72,61	95,31	117,65
<b>TIR :</b>	11,10%	12,43%	13,70%	14,91%	16,07%	17,18%	18,24%	19,27%
<b>PAY - OUT (años) :</b>	5,2	4,9	4,6	4,3	4,1	3,9	3,7	3,5



bla N°VII-24

**Sensibilidad a los Precios de la Materia Prima - Propano**

Variación	Incrementos								Base	Descuentos					
	40%	35%	30%	25%	20%	15%	10%	5%		-5%	-10%	-15%	-20%	-25%	-30%
Precio Propano \$/Tm	212,80	205,20	197,60	190,00	182,40	174,80	167,20	159,60	152,00	144,40	136,80	129,20	121,60	114,00	106,40
VAN (MMUS\$) al 12%	-11,03	11,88	34,78	57,69	80,60	103,50	126,41	149,32	172,22	195,13	218,03	240,94	263,85	286,75	309,66
VAN (MMUS\$) al 20%	129,67	107,91	86,16	64,40	42,65	20,89	-1,14	-23,38	-45,57	18,12	33,88	49,63	65,39	81,14	96,90
PAY - OUT (años)	14,50%	15,28%	16,06%	16,82%	17,57%	18,30%				4,4	4,2	4,1	3,9	3,8	3,7



## **CAPITULO VIII**

### **EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL**

El crecimiento del interés mundial sobre la degradación paulatina de los recursos naturales ha determinado que tanto las naciones industrializadas como gran parte de las que se encuentran en vías de desarrollo hayan incorporado procedimientos de evaluación de impacto ambiental y social, como instrumentos de planificación y decisión, para obras o emprendimientos con potenciales implicancias sobre el medio ambiente físico, natural y social.

En este sentido, la República del Perú, al igual que otros países Latinoamericanos, cuenta con una profusa legislación en materia de legislación ambiental, incorporada en su marco jurídico a partir de la década del '90.

Los estudios de impacto ambiental (EIA) y social (EIS) son una herramienta moderna para orientar los proyectos hacia el logro de sus objetivos mediante el camino ambientalmente óptimo, dentro de lo razonable económicamente.

Una de las premisas básicas en el desarrollo de los estudios de impacto ambiental y social radica en que se optimizan los resultados satisfactorios cuando los impactos negativos de potencial ocurrencia se identifican y analizan tempranamente en la etapa de proyecto, dando lugar al predominio de las acciones preventivas por sobre las correctivas, una vez producido un daño determinado.

El Estado Peruano promulgó el Código del Medio Ambiente en 1990 como respuesta a los efectos nocivos causados a los ecosistemas por la contaminación procedente de las actividades humanas, entre ellas las actividades minero-energéticas e industriales. Mediante la Ley Orgánica de Hidrocarburos Ley N° 26221, aprobada el 19 de agosto de 1993, en su artículo 87° se dispuso el cumplimiento de las disposiciones sobre protección del medio ambiente.

El 12 de noviembre de 1993 se aprobó el Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos (D.S. N° 046-93-EM), el cual en el artículo 10° dispone que previo al inicio de cualquier actividad de hidrocarburos, el responsable del Proyecto presentará ante la autoridad competente un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o un Estudio de Impacto Ambiental Preliminar (EIAP) según sea el caso. El 13 de mayo de 1995 se aprobó la modificatoria de este Decreto, con el D.S. 09-95-EM.

El Consejo Nacional de Ambiente (CONAN), creado por Ley 26410 en diciembre de 1994, es la Entidad Rectora de la Política Nacional Ambiental; el cual inició en noviembre de 1997 el proceso destinado a implantar una estructura nacional de gestión ambiental que garantice una adecuada coordinación entre los diferentes niveles del gobierno (nacional, sectorial, regional y local) y una eficiente administración de conflictos, superposiciones o vacíos de competencia; que además

fortalezca la capacidad de gestión ambiental en el sector público y la concertación con el sector privado y la sociedad civil. En virtud de ello se creó el marco estructural de gestión ambiental MEGA, el mismo que fue aprobado mediante Decreto del Consejo Directivo del CONAM N° 001-97—CD/CONAM.

El desarrollo del proyecto ha sido propuesto en el área de la Bahía de Paracas, una zona de indiscutible importancia ecológica. Esto implica un tremendo desafío, que consiste en determinar, que se puede desarrollar y explotar el Complejo Petroquímico, proyecto de indudable importancia para el desarrollo económico del Perú, con el compromiso de hacerlo dentro de un esquema de preservación ambiental y respeto a la comunidad.

## **8.1 Localización**

El Complejo Petroquímico propuesto estaría ubicado en el Distrito de Paracas, Provincia de Pisco, Departamento de Ica. Junto a la Planta de Fraccionamiento en Playa Lobería. El área del futuro emplazamiento se encuentra dentro del Area de Amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas, única área natural de ecosistema marino considerada dentro del sistema nacional de áreas naturales protegidas por el estado (SINANPE).

El sitio se encuentra en el corredor costero comprendido entre la ciudad de Pisco y la localidad de Paracas (el corredor se extiende entre el Km. 7 y el Km. 22 de la pista Pisco-Paracas o Av. Genaro Medrano). En el Km. 14.5 de esta vía terrestre se encuentra la ciudad de San Andrés siendo el centro urbano más próximo al sitio propuesto para este proyecto. La distancia hasta la ciudad de Lima es de 230 Kms. aproximadamente.

El sitio seleccionado para este proyecto se encuentra a 5 Km. aproximadamente al oeste de la Carretera Panamericana y a 30 Km. del Puerto de San Martín.

El área de estudio se delimitará aproximadamente entre las coordenadas:

366 697 E y 8 476 752 N y  
368 138 E y 8 478 164 N.

Para realizar un análisis a escala regional de la zona en cuestión, se ha considerado como Area de Influencia aquella comprendida entre la ciudad de Pisco, hacia el Norte, la Bahía de Paracas, hacia el Sur, el Océano Pacífico, hacia el Oeste, y la Carretera Panamericana hacia el Este.

## **8.2 Del Impacto Ambiental**

La evaluación preliminar del Impacto Ambiental correspondiente al proyecto de inversión para la construcción, operación y posterior abandono de un Complejo Petroquímico en Pisco se enmarca dentro de los objetivos fundamentales siguientes:

- ✓ Describir las actividades más importantes del Proyecto.
- ✓ Realizar el diagnóstico preliminar de los recursos naturales y determinar los impactos ambientales potenciales como consecuencia de la ejecución del Proyecto.
- ✓ Sugerir las medidas de mitigación que permitan minimizar los efectos negativos al medio ambiente.
- ✓ Sugerir que se sigan los procedimientos y lineamientos básicos referidos a Planes de Contingencia y a Planes de Abandono del área del Proyecto.

La zona se caracteriza por:

- Pisco es la capital de una de las provincias más importantes del departamento de Ica, su actividad económica depende principalmente de su vecindad con el mar, particularmente la actividad pesquera. Cuenta con ocho distritos, en una superficie de 3,958 Km<sup>2</sup>, se constituye en uno de los principales puertos del litoral Peruano. A lo largo de la línea costera se identifican varias plantas de la industria pesquera.
- La actividad turística de la zona se halla en crecimiento, debido a la atracción que genera la Reserva Nacional de Paracas como sitio de gran interés ecológico, arqueológico y paisajístico.
- La zona posee una alta importancia ecológica debido a que alberga gran cantidad de especies principalmente de aves marinas migratorias, lobos marinos, etc. El área es reconocida internacionalmente como humedal costero.
- Geográficamente el área presenta las características del desierto costero del Pacífico. Virtualmente toda el agua que escurre superficialmente en esta región del Perú se origina con las lluvias y el derretimiento de la nieve acumulada en la cordillera a lo largo de las laderas de los Andes al este del área considerada (vertiente del Pacífico).
- La flora de la Reserva es relativamente pobre debido a las limitaciones hídricas propias del desierto costero donde las precipitaciones son casi nulas (1.83 mm/año). Adicionalmente a sus características biológicas especiales la belleza escénica de la Reserva y sus sitios arqueológicos de renombre mundial atribuidos a la altamente desarrollada cultura precolonial Nazca son las principales atracciones de cerca de 100,000 visitantes cada año.

### **8.3 Del Impacto Social**

La evaluación preliminar del Impacto Social que correspondería al proyecto de inversión para la construcción, operación y posterior abandono del Complejo Petroquímico en Pisco se enmarca dentro de los objetivos fundamentales siguientes:

- ✓ Caracterizar a las poblaciones del área de influencia describiendo su estructura social, económica, política, organizativa y ambiental.
- ✓ Identificar los efectos primarios y secundarios del Gas de Camisea sobre la población y sus actividades a través de acciones participativas con las

comunidades.

- ✓ Identificar los mecanismos de mitigación de los impactos socio-culturales primarios y secundarios y promover vías de retroalimentación por parte de las comunidades y otros sectores involucrados para el control y seguimiento de la mitigación.

El corredor Pisco-Paracas se caracteriza por:

- Tener una población aproximada de 66,000 personas fundamentalmente urbana, así la ciudad de Pisco concentra cerca del 80 por ciento de la población total, San Andrés el 16 por ciento y Paracas menos del 2 por ciento. Los tres distritos, del mismo nombre, presentan una tendencia a la disminución paulatina de su población en los últimos 25 años debido a la crisis de la industria de la harina de pescado hecho que obligó a la emigración de parte de la población hacia la ciudad de Lima. En la actualidad, San Andrés y Paracas se caracteriza por tener una población mayoritariamente masculina.
- Las condiciones de pobreza de esta población no son diferentes a la tendencia general de más de la mitad de la población nacional; es decir, son pobres aunque la pobreza extrema no es el signo de la mayoría de la población de esta área.
- Pisco-Paracas es una de las dispensas alimentarias de la ciudad de Lima pues a través de la actividad marisquera, fundamentalmente artesanal, se cubre una parte significativa de la demanda de este gran mercado urbano.
- La presencia del Complejo Petroquímico en la zona propuesta es percibida de diferente manera por los diversos agentes sociales involucrados las autoridades locales lo perciben como una fuente de ingresos y motor de desarrollo para el bienestar de la comunidad, los pescadores como un foco adicional de contaminación con posibles impactos negativos sobre sus áreas de tránsito para la pesca pero también como una posible fuente de trabajo; los grupos de conservación ambiental la perciben como una seria amenaza para la Reserva Nacional, el sector vinculado al turismo lo percibe como una oportunidad de incrementar sus actividades en el área aunque los impactos visuales puede afectar la calidad del paisaje natural.

**Tabla N°VIII-1**

**Localización Geográfica**

	Provincia	Distrito		
	Pisco	Pisco	Paracas	San Andrés
<b>Coordenadas Geográficas</b>				
Latitud Sur	13°42'24"	13°42'24"	13°49'52"	13°43'14"
Longitud Oeste	76°12'00"	76°12'00"	76°15'10"	76°13'07"
Altitud (MSNM)		17	2	3
Superficie Km <sup>2</sup>	3957.15	24.56	1420	39.45

Fuente: INEI

**Tabla N°VIII-2**

**Población Total de la Provincia de Pisco y Distritos**

	Provincia	Distrito		
	Pisco	Pisco	Paracas	San Andrés
<b>Población Total</b>	104512	52019	1196	12531
Porcentaje	100%	49.8%	1.1%	12.0%
Urbana	90249	61639	958	10742
Rural	14263	380	238	1789
Hombre	53138	25999	654	6646
Mujer	51374	26020	542	5885
Población Proyectada 2001	124731	60554	1270	15964

Fuente: INEI

#### **8.4 Ingeniería del Proyecto y Planeamiento**

Se ha planeado construir el Complejo comprendido de 3 plantas, sus Facilidades de Recepción, Almacenamiento, Despacho y Servicios con la finalidad de producir Polietileno (PE) y Polipropileno (PP) y abastecer el mercado nacional así como exportar, en una primera instancia, hacia países de Latinoamérica.

El Complejo recibirá como materia prima propano proveniente de la Planta de Fraccionamiento ubicada en Pisco. Las instalaciones están diseñadas para producir, al 100% de capacidad instalada 250,000 Tm de Polietileno y 110,000 Tm de Polipropileno, por año.

El Complejo incluirá una planta de Steam Cracking y dos plantas de Polimerización, contará con esferas y almacenes para guardar su materia prima y sus productos. También tendrá sistemas de refrigeración, de generación de vapor y de tratamientos de efluentes.

Se contaría con el apoyo del muelle construido para la Planta de Fraccionamiento.

El Complejo ocuparía aproximadamente 30 hectáreas para todas las unidades de procesamiento, depósito, instalaciones de apoyo, edificios y sistemas auxiliares (ISBL/OSBL).

Para la ejecución del Proyecto se requerirá la movilización y desmovilización de equipos, maquinarias y materiales, realizar movimiento de tierras, pase de tuberías a través del cerco perimetral existente; construcción de bases y soportes para los equipos en tierra y construcción de bases para soportes rotatorios y camas prefabricadas; construcciones civiles; obras metalmecánica como pintado de juntas, pruebas hidrostáticas; lanzamiento de las nuevas tuberías submarinas para productos; instalación de tramos terrestre de las tuberías, instalación de accesorios y válvulas; instalación de accesorios y equipos en las esferas de almacenamiento, instalación del sistema de bombeo y despacho de productos terminados; entrega de las instalaciones, pruebas y puesta en funcionamiento de las Plantas.

La ejecución de estos trabajos está estimada en 30 meses.



Para el caso del Plan de Abandono este se efectuará en cumplimiento al Art. 56 del D.S. 046-93-EM, el cual deberá establecer las medidas que se adoptarán cuando se concluya las labores.

El Estudio de Impacto Ambiental considerará todos los servicios y variables que se requiere evaluar para la construcción, instalación, pruebas y puesta en funcionamiento del Complejo.

El Proyecto, materia del presente Estudio contará con el “**Manual de Diseño**” y “**Manual de Construcción**” los mismos que contendrán el nivel de detalle y diseño necesarios para la ejecución del Proyecto en concordancia con las especificaciones técnicas y la legislación vigente.

Se evaluará el proyecto de acuerdo con el siguiente detalle:

- Fase de Construcción.
- Fase de Operación.
- Fase de Abandono.

Se entiende por **Fase de Construcción** a las acciones tendientes a la preparación del terreno, construcción de instalaciones transitorias, montaje de estructuras y pruebas de equipos, que se desarrollan en períodos de tiempo medibles en meses. Los principales impactos negativos que se tendrían en esta fase son:

- Aumento del Tránsito Vehicular.
- Aumento del Tránsito Marítimo.
- Movimiento de Suelos.
- Movimiento de Maquinaria Pesada.
- Construcción de Instalaciones.
- Emisiones Gaseosas fuentes fijas y móviles.

Se entiende por **Fase de Operación** a las acciones que se desarrollan durante la operación, normal o no, de las instalaciones construidos, involucrando períodos extendidos de tiempo, generalmente medidos en años o décadas. Los principales impactos negativos que se tendrían en esta fase son:

- Aumento de la presión sonora de fuentes fijas.
- Aumento del Tránsito Vehicular.
- Aumento de los riesgos de contaminación de aguas superficiales, subterráneas y suelos.
- Aumento de riesgo de incendio y explosión.
- Afectación del recurso escénico.

La **Fase de Abandono** engloba todas las acciones de desmantelamiento, desagüe y demolición de las instalaciones utilizadas, conjuntamente con las correspondientes acciones de remediación de las áreas afectadas (si las hubiere), la restauración de las áreas naturales involucradas, tendiendo a su estado natural inicial. Los principales impactos negativos que se tendrían en

esta fase son:

- Movimiento de maquinaria pesada.
- Generación de chatarra y escombros.
- Desagüe y retiro de estructuras superficiales y subterráneas.
- Generación de residuos peligrosos.
- Generación de desempleo de mano de obra especializada.
- Retroceso de la economía individual.
- Retroceso de la economía local.



## **CAPITULO IX**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **SECCION N°1 ESTUDIO DE MERCADO**

1.1. Según la opinión de los conocedores de la industria como CMAI, los pronósticos auguran un crecimiento de la Industria Petroquímica a nivel mundial la cual se espera crezca 4.2 por ciento por año. Con un crecimiento global en la demanda de poliolefinas mínimo de 6 por ciento, también se espera que el consumo per cápita se incremente.

1.2. Está en desarrollo la adición de capacidades a nivel mundial para cumplir con la demanda creciente las cuales se ubican en los sectores productivos de la materia prima y de consumo de termoplásticos, Medio Oriente y China, respectivamente. Asia representa la región de cada vez más rápido crecimiento en el consumo para las poliolefinas durante los próximos años.

1.3. La demanda de termoplásticos a nivel mundial es dominada por las poliolefinas (el PE y el PP), que representan el 60 por ciento de todas las resinas consumidas sobre una base anual. Estos materiales versátiles se utilizan en una variedad de áreas desde bolsas de basura a piezas automotrices, y de acondicionamiento para alimentos hasta alfombras de fibras.

1.4. Los costos juegan un papel importante, también a la hora de determinar precios, este define en gran magnitud la competitividad de la producción, la cual está en mayor porcentaje afectada por el valor de la materia prima y puede ser optimizada por aquellas empresas que sean operadoras de petróleo o gas y que tengan la visión de trabajar tanto en el downstream como en el upstream; de esta forma, aseguran ser competitivos internacionalmente por un manejo de la cadena de valor de hidrocarburos.

1.5. Las variables externas causan gran incidencia en el comportamiento del mercado, motivo por el cual se debe estar muy atento al cambio de estas influencias para asegurar una buena operación en conjunto. Aún así se augura aumentos de precio de la poliolefinas dada sus tendencias históricas crecientes.

1.6. El perfil para los precios globales ha cambiado algo con los pronósticos de años anteriores. Un período sostenido de precios elevados se anticipa entre 2005 y 2007, consecuencia de la influencia de una energía cada vez más cara con el precio del petróleo sobrepasando los niveles históricos y de un período más largo para la recuperación económica.

1.7. Este mercado se encuentra sin lugar a dudas en el ciclo ascendente, por lo cual será común encontrar un escenario de aumento de precios. Lo cierto es que estos incrementos de precios no son medianamente comparables con lo que ha venido sucediendo con el incremento de los costos de las materias primas principales como olefinas y gas entre otros.

1.8. Los márgenes de los grandes productores de materia prima (las refinerías) se encuentran en los niveles más bajos posibles de los últimos tiempos. Esto debido a que los costos del petróleo alcanzaron niveles históricos al llegar (el precio de los contratos para noviembre de Petróleo Intermedio de Texas -WTI- de referencia en Estados Unidos) a situarse el viernes 15 de octubre a 55 dólares el barril (159 litros) durante la sesión de la Bolsa de Nueva York. Los contratos para noviembre del petróleo Brent (International Petroleum Exchange) concluyeron la sesión en Londres, para esta fecha, también con un precio récord, al situarse en 51.50 dólares. Las cifras sobre reservas de petróleo y otros combustibles almacenados en Estados Unidos, son decisivas en la orientación de los precios y, a corto plazo, estos datos reavivan la inquietud del mercado acerca de una posible escasez de oferta de materia prima para atender la elevada demanda que se prevé con la entrada de la época invernal en EEUU.

Se espera una reducción de USA como exportador de poliolefinas, esto ayudado por su creciente consumo y por las crecientes exportaciones de Asia. Esto crea mucha incertidumbre sobre la oferta teniendo un sostenido crecimiento de la demanda de energéticos, el recrudecimiento de los combates en Irak así como por las amenazas de huelga de refinerías locales en Nigeria u otros países productores importantes y debido a las inclemencias del tiempo (como el huracán Iván).

1.9. Estos elementos alterarán la sincronización de las decisiones de la reinversión, por tal motivo se afectará los balances de la oferta/demanda globalmente y regionalmente para la industria petroquímica.

1.10. Regionalmente, según expertos de Dow, el pronóstico para el tercer trimestre del 2004 se caracteriza por un continuo crecimiento de la economía en general y un consecuente incremento en la demanda de las poliolefinas. La realidad indica que la demanda continúa aumentando mientras que la oferta de material está bastante ajustada.

1.11. Por todo esto, es la creencia que sin lugar a dudas la industria petroquímica se encuentra saliendo del ciclo más bajo (período comprendido entre los años 2001-2002) y todo parece indicar que, para el corto plazo, durante el tercer trimestre del 2004 la tendencia al alza continúa, siendo casi imposible predecir cuándo y en que momento se habrá alcanzado el pico de este ciclo.

1.12. Afortunadamente en América Latina, el panorama es positivo para el tercer trimestre del 2004 desde el punto de vista de crecimiento en la demanda y de la industria en general. Países como México, Chile, Argentina, Colombia y Brasil presentan incremento en la demanda que va desde un 10 a un 15 por ciento superior comparados con el mismo período del 2003.

Por lo mencionado, se prevé crecimientos en el consumo de poliolefinas a nivel latinoamericano y si las inversiones no se ponen al día, la demanda superará la oferta.

1.13. En Latinoamérica, se espera una selectiva expansión en petroquímica por parte de Petrobras completando este año la incorporación de Riopolímeros en Río de Janeiro, y las futuras inversiones que se hará con Bolivia, para su complejo denominado Gas Químico favorecidos con el gas de Tarija. Petrobras busca la integración, siendo el mayor productor con un 40 por ciento de capacidad instalada en petroquímica en Latinoamérica, un ejemplo a seguir.

1.14. Teniendo en cuenta las nuevas plantas y ampliaciones en Latinoamérica analizadas en los capítulos de estudio de mercado puede asegurarse, viendo las proyecciones al 2012, que habrá un déficit, el cual se puede aprovechar para instalar un complejo, como el propuesto en este trabajo, siempre y cuando también se busque la integración con el Consorcio Camisea, favorecidos, en el mejor de los casos, con nuevos descubrimientos de yacimientos de gas y/o petróleo. La implementación de este complejo elevaría el valor agregado del propano producido al transformarlo a polímeros como el polietileno (PE) y el polipropileno (PP).

1.15. Puede afirmarse que de producirse una recuperación económica importante en los próximos años en Latinoamérica, la industria petroquímica de la región no estará en condiciones de abastecer su demanda creciente. Quizá sea entonces este el momento para decidir inversiones, ya que es conocido que transcurren de 4 a 5 años antes de que las mismas se concreten.

1.16. Podemos observar la Gráfica N°III-2 y concluir que existen nichos de mercado, geográfico y de producto (ejemplo Perú y la zona occidental en Latinoamérica), en los cuales se puede focalizar la producción apoyada de una estrategia agresiva de atención al cliente, mezclando precio, calidad de producto y distribución. Para el Perú, siendo neto importador de poliolefinas, las estrategias de mercado se deben inclinar a las pequeñas y medianas empresas del sector de plásticos que hacen, en la actualidad, el 80 por ciento de las importaciones y consumo de poliolefinas. Cabe resaltar que en Perú los productos de estas empresas de plásticos tienen muy buena calidad en comparación con lo producido en Colombia, Venezuela, Ecuador, y Centro América, lo que es una fortaleza y oportunidad que se puede aprovechar ahora que existen muchos incentivos a la exportación. Se debe aprovechar también la posición geográfica que tendría el complejo, ventaja competitiva para la exportación al estar colocado en la costa Latinoamericana del Océano Pacífico.

1.17. En Perú, en el 2004, se pronostica que la importación de plásticos y sus derivados crecerán por tercer año consecutivo, esta vez en 7 por ciento debido a la mayor demanda de los sectores productivos, principalmente del pesquero y manufacturero en vista de la mayor demanda de marcas económicas de bebidas gaseosas en el mercado nacional.

1.18. Según el Ministerio de la Producción - Produce, en el 2004 la fabricación de productos plásticos crecerá por séptimo año consecutivo, esta vez en 4.5 por ciento, reflejando el buen momento de la industria plástica en los mercados internacionales. Por consiguiente, se aprovechará la capacidad instalada ociosa.

1.19. El crecimiento en la importación de poliolefinas en Perú es de aproximadamente 5 por ciento anual.

1.20. La industria pesquera incrementará en el 2004 sus compras de sacos de PP ante la mayor disponibilidad de anchoveta para la elaboración de harina de pescado.

1.21. Se tiene a Chile como segundo principal país de importación de poliolefinas conociendo que también importa su materia prima para producir las mismas.

1.22. Por otro lado, Corea ha ingresado con buen nivel al mercado peruano, a pesar de que la importación de sus productos toma no menos de 60 días para su entrega.

1.23. El 20 por ciento del valor de importación está a cargo de 6 empresas las cuales son las líderes del mercado; sin embargo, el resto de medianas y pequeñas empresas representan el mayor movimiento comercial de esta industria, segmento donde se debe incidir para la etapa de Planeamiento en Marketing.

1.24. Con respecto a la exportación, se observa que Venezuela y Ecuador son principales destinos de nuestros productos a pesar de que sus producciones de crudo son significativamente fuertes.

1.25. Se deduce que existe una oportunidad para usar el Clear PP como sustituto del PET dada la tendencia ambientalista de no al reciclaje de PET, esta ventaja podría hacer cambiar el panorama de consumo en este sector. Oportunidades de sustitución que se pueden aprovechar para otros polímeros.

1.26. Se prevé un incremento en el consumo de poliolefinas gracias al crecimiento de la industria química apoyada por sus inversiones, por otro lado la aprobación de las leyes dadas a favor de la promoción a la inversión beneficiaría el inicio de la industria petroquímica en nuestro país.

1.27. Se augura un incremento en el consumo de tuberías de PE para la distribución del gas natural inicialmente en Lima y Callao.

## **SECCION N°2 DIMENSIONAMIENTO DE PLANTA**

2.1. El estudio concluye que es posible obtener en el cuarto año de operación un 70 por ciento del mercado nacional y 1.6 por ciento del mercado Latinoamericano en el corto plazo, siempre y cuando se haga la integración del Complejo Petroquímico con la Planta de Fraccionamiento de Pisco para favorecer a los costos operativos y a los costos de materia prima.

Objetivo de mercado conservador, pero real si se toma en cuenta el suministro de materia prima (propano de la Planta de Fraccionamiento a octubre de 2004) que sólo abastecería en un 60 por ciento la necesidad del complejo. El

complemento faltante se importaría.

Los tamaños al 100 por ciento de capacidad instalada se resume a continuación:

<b>Planta de</b>	<b>Tamaño Tm/año</b>
Steam Cracking	250,000
Polimerización para PE	250,000
Polimerización para PP	110,000

### **SECCION N°3 EVALUACION ECONOMICA**

3.1. En el Escenario N°1 se observa que con ligeros cambios de las variables analizadas desfavoreciendo la operación (disminución en el precio del producto, disminución en la capacidad de producción y aumento en el precio de la materia prima) llegamos a indicadores de VAN y TIR negativos. Por lo tanto, es indispensable disponer de facilidades como la Ley 28176 para favorecer la iniciativa para el desarrollo de este tipo de proyectos.

3.2. Las pendientes de las curvas encontradas de los Escenarios N°2 y N°3 son las mismas y se muestran a continuación:

<b>Sensibilidad a</b>	<b>VAN</b>	<b>Pendientes</b>
Precio del Producto	12%	11.83
	20%	8.09
Capacidad de Producción	12%	6.89
	20%	4.68
Precio de la Materia Prima	12%	-4.58
	20%	-3.15

Con lo cual se observa que el precio del producto es la variable más sensible, y a un VAN evaluado a tasas de descuento menores la pendiente se hace mucho más pronunciada; por lo cual, el manejo futuro de esta variable (cuando se den precios de venta finales) debe ser profundamente estudiado y analizado antes de confeccionar listas de precios.

3.3. Para los escenarios mostrados, en los diferentes análisis con un VAN al 20 por ciento se obtiene sólo valores positivos (considerando las variables base de referencia) en el Escenario Óptimo (el N°3), y con un ligero cambio de las variables desfavoreciendo la operación se llega inmediatamente a indicadores negativos.

El análisis del VAN al 12 por ciento se muestra más flexible y nos presenta rangos en los que los cambios de las variables pueden soportar incrementos hasta de un 10 por ciento de descuento en los precios de los productos o hasta de un 30 por ciento en el precio de la materia prima.

3.4. La combinación, considerando las tres variables analizadas en conjunto, nos acerca a obtener múltiples resultados para escenarios particulares o más reales. Por ejemplo, con las consideraciones mencionadas y:

- para un escenario de Mediano Costo, alrededor de 400 MMUS\$ de inversión;
- aplicando la Ley 28176, de Promoción de la Inversión (Recuperación Anticipada del Impuesto General a las Ventas, entre otros beneficios);
- produciendo a un 90% de capacidad instalada, a 230 MTm/año de Polietileno (PE) y 100 MTm/año de Polipropileno (PP);
- vendiendo a un 10% de aumento sobre los precios de referencia de los productos, a US\$ 957.00 y US\$ 902.00 por tonelada para el PE y PP respectivamente; y
- con un aumento de 15% sobre el precio de la materia prima, a US\$ 174.80 por tonelada de propano,

se obtiene los resultados para los siguientes indicadores:

<b>VAN (MM\$)</b>	<b>12%</b>	272.71
	<b>20%</b>	63.57
<b>TIR (%)</b>		16.57
<b>PAY OUT (años)</b>		4

Véase Tabla N°IX-1.

Estimaciones satisfactorias si se compara con lo solicitado por los inversionistas para la Compañía Minera Antamina S. A. en 1996, los cuales solicitaban un TIR mínimo de 12.4 por ciento para este proyecto.

## **SECCION N°4 EVALUACIÓN AMBIENTAL**

4.1. Los impactos negativos durante la construcción y operación del Complejo serán del tipo temporal leve a moderado, por lo cual no afectará en gran magnitud a la salud humana y al medio ambiente.

4.2. Para hacer frente a los mencionados impactos probables es de primordial importancia la capacidad y supervisión continua siguiendo procedimientos internacionales y nacionales actuales.

4.3. Durante todo el tiempo que dure la construcción se generarán ruido de motores, sus obras y acciones asociadas no producirá obstrucción de la visibilidad a zonas paisajístico, no se generará emisiones a la atmósfera fuera de los Límites Máximos Permisibles (LMP), los residuos que se generen deberán ser tratados y/o dispuestos finalmente de tal forma que no generan impactos negativos.

4.4. La operación no afectará negativamente el acceso a pobladores y/o comunidades o grupos humanos que se encuentren en el sector, no considerará en ningún caso el desplazamiento y reubicación de personas que habitan en el lugar de emplazamiento. No considera la extracción, explotación,



alteración o manejo de especies de flora y fauna ni intervendrá o explotará vegetación nativa.

4.5. Se prevé un incremento temporal de mano de obra especializada y no especializada. A su vez se incrementará temporalmente la actividad económica en áreas circundantes al Proyecto.

4.6. El Proyecto, en su integridad, proporciona mejores condiciones de trabajo y seguridad para todo el personal que laborarán en su operación.

4.7. Desde el punto de vista país, favorecidos por legislaciones que facilitan, promocionan e incentivan la implementación de esta clase de industrias, por empresas ávidas de invertir en nuevos proyectos y por el aumento de nuestras exportaciones **se concluye que esta propuesta** estudiada, analizada y desarrollada **es viable** desde los puntos de vista de mercado, técnico, económico, medio ambiental y social.

## **SECCION N°5 RECOMENDACIONES**

5.1. Realizar continuamente actividades de capacitación de todo el personal, para mantener una elevada conciencia de seguridad y de protección ambiental de acuerdo a los procedimientos internacionales y nacionales actuales.

5.2. Llevar a cabo plenamente las recomendaciones impartidas en su Plan de Manejo Ambiental y Planes de Contingencias.

5.3. Poner en práctica los procedimientos y/o guías de control de contaminación de suelos, y hacer cumplir el Programa de Monitoreos Ambientales respectivos (calidad de aire, efluentes líquidos y ruidos).en concordancia con la Legislación Vigente (Ver Anexo 04 ESTÁNDARES AMBIENTALES ADOPTADOS PARA EL PROYECTO).

5.4. Implementar sistemas de gestión en calidad (ISO 9001 – 2000, ISO 14001, OSHA 18001). Ver Gráfica N°IX-1

5.5. Todas las áreas de la empresa contarán con un Plan Estratégico, los cuales se integrarán para que al final de cada año se confeccione el Planeamiento Estratégico de toda la empresa. Es imprescindible que se incluya la confección de planes de contingencia para cada una de las áreas mencionadas así como por los contratistas que desarrollen trabajos de envergadura.

Durante la etapa de implementación, previa a la puesta en marcha del complejo, los planes de contingencia se desarrollarán en conjunto con el departamento de Planeamiento y el asesor (especialista) respectivo contratado.

5.6. Se ha tratado de dar un valor agregado al trabajo incluyendo un enunciado propuesto de la Misión y Visión que debería llevar esta empresa, las cuales deben ser los cimientos en que se debe apoyar su filosofía, cree cultura para que pueda lograr lo que desea, crezca y sea rentable a lo largo de toda su vida útil de operación.

**Visión:**

*Ser la empresa Petroquímica preferida por los productos que elaboramos para los mercados nacional e internacional consolidando el liderazgo en rentabilidad, eficiencia operativa, recurso humano y en reducir al mínimo el riesgo ambiental.*

**Misión:**

*Somos una empresa internacional, industrial y comercial. Estamos ubicados en el Down Stream, en el negocio de la transformación de hidrocarburos. Producimos y comercializamos insumos para la industria de plásticos de la más alta calidad utilizando tecnologías de punta, buscando la excelencia en la gestión de cada una de las áreas de la empresa para satisfacer rentablemente las necesidades de nuestros mercados objetivos nacionales e internacionales asegurando utilidades muy satisfactorias sobre las inversiones de nuestros accionistas, procurando el bienestar de nuestros empleados y contribuyendo de manera efectiva al desarrollo del país a través del cumplimiento de nuestras obligaciones económicas, sociales y ambientales.*



## **BIBLIOGRAFIA**

### **CAPITULO III : ESTUDIO DE MERCADO**

1. APLA: Estado de Situación de la Industria Petroquímica en América Latina, Marzo 2004.
2. Asia y la Petroquímica <http://kaznak.web.infoseek.co.jp/korea/samsung.htm>
3. Asociación Petroquímica y Química Latinoamericana - APLA  
<http://www.apla.com.ar/>  
[http://www.apla.com.ar/espanol/5\\_reunion/index.htm](http://www.apla.com.ar/espanol/5_reunion/index.htm)
4. BNDES de Brasil y Polipropileno  
<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/bnset/polipr2a.pdf>
5. Bolivia, Brasil y Perú acuerdan plan de integración energética:  
<http://www.comunidadandina.org/prensa/noticias/12-8-04.htm>
6. BP Solvay Polyethylene <http://www.bpsolvaype.com/>
7. Brasil y Bolivia en petroquímica:  
[http://www.eldeber.com.bo/20040806/economia\\_7.html](http://www.eldeber.com.bo/20040806/economia_7.html)
8. Braskem [www.braskem.com.br/](http://www.braskem.com.br/)
9. CAHA Research [http://www.caharesearch.com/ao/Alpha-Olefin\\_sample.PDF](http://www.caharesearch.com/ao/Alpha-Olefin_sample.PDF)
10. Cefic Petrochemistry Programme  
<http://www.petrochemistry.net/homepage/shwhomepage.asp>
11. Chem Sitems - Nexant Petroleum Chemicals  
<http://www.nexant.com/products/CSReports/index.asp?trans=True>  
<http://www.nexant.com/products/CSReports/index.asp?body=pops.asp>  
<http://www.chemsystems.com/search/docs/prospectus/POPS03-Prospectus.pdf>
12. Chemical Market Associates, Inc. (CMAI)  
<http://www.cmaiglobal.com/>  
<http://www.cmaiglobal.com/news/files/WPOA2004.pdf>  
<http://www.cmaiglobal.com/news/files/WPOA2003.pdf>  
<http://www.cmaiglobal.com/news/files/WPOA2002.pdf>  
<http://www.cmaiglobal.com/news/files/WLOA2004.pdf>  
<http://www.cmaiglobal.com/news/files/WPSS.pd1f>  
[http://www.cmaiglobal.com/news/files/wecs\\_pr.pdf](http://www.cmaiglobal.com/news/files/wecs_pr.pdf)
13. Chemical Processing <http://www.chemicalprocessing.com/ME2/default.asp>

14. China planea invertir US\$ 5.000 millones en Brasil  
[http://www.americaeconomia.com/PLT\\_WRITE-PAGE.asp?SessionId=&Language=0&Modality=0&Section=1&Content=18375&NamePage=PLT\\_NoticiasArti.asp&DateView=&Style=15389](http://www.americaeconomia.com/PLT_WRITE-PAGE.asp?SessionId=&Language=0&Modality=0&Section=1&Content=18375&NamePage=PLT_NoticiasArti.asp&DateView=&Style=15389)
15. China quiere invertir US\$ 1.500 millones con YPF  
<http://www.bolivia.com/noticias/AutoNoticias/DetalleNoticia22371.asp>
16. CII-SOHRABJI GODREJ GREEN BUSINESS CENTRE - India  
<http://www.greenbusinesscentre.com/Documents/RIL%20Hazira.pdf>
17. Copesul [www.copesul.com.br/](http://www.copesul.com.br/)
18. Distribución de Poliolefinas a nivel europa  
[http://www.borealisgroup.com/public/images/news/press\\_releases/PO-producers.jpg](http://www.borealisgroup.com/public/images/news/press_releases/PO-producers.jpg)
19. Ecopetrol [www.ecopetrol.com.co/](http://www.ecopetrol.com.co/)
20. FRIEDLANDER, ALFREDO: “Una fotografía de la Petroquímica”, Revista Petrotecnia, Junio 2001
21. Gas y Petroquímica Bolivia y Brasil  
<http://www.bolivia.com/noticias/AutoNoticias/DetalleNoticia16762.asp>  
<http://www.laprensa-bolivia.net/20030427/negocios/negocios03.htm>  
[http://www.paraguayglobal.com/noticias\\_efe.php?ID=2697](http://www.paraguayglobal.com/noticias_efe.php?ID=2697)
22. Indelpro [www.indelpro.com/](http://www.indelpro.com/)
- 23 Información de ICI (Imperial Chemical Industries):  
<http://www.ici.com.ar/fquienes.html>
24. Información de PBBPolisur: <http://www.dow.com/polisur/cono.htm>
25. Información de Petrox: <http://www.transa.cl/petroxsa.htm>
26. Información de Profalca: <http://www.inelectra.com/operacpetrole/profalca.htm>
27. INSTITUTO PETROQUÍMICO ARGENTINO  
<http://www.ipqa.org.ar/>  
<http://www.ipqa.org.ar/Novedades/Informes/2003/ Toc39375317>
28. INSTITUTO PETROQUÍMICO ARGENTINO: Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina, 21. Edición agosto 2001
29. INSTITUTO PETROQUÍMICO ARGENTINO: LA REPÚBLICA ARGENTINA Y SU INDUSTRIA PETROQUÍMICA, 1RA. EDICIÓN NOVIEMBRE 1999
30. International Trader Publications  
<http://www.intltraderpub.com/annual.cfm>

31. Imperial Chemical Industries – ICI [www.ici.com/](http://www.ici.com/)
32. Ipiranga Petroquímica [www.ipq.com.br/](http://www.ipq.com.br/)
33. KILLPACK, RICHARD: Petrochemicals Opportunities in Perú, Shell International Chemicals, 1996
34. Ministerio de Economía y Finanzas: <http://www.mef.gob.pe/>
35. Ministerio de Energía y Minas: <http://www.minem.gob.pe/>
36. National Petrochemical & Refiners Association <http://www.npradc.org/>
37. Nuevos accionistas de Petroquim-Chile:  
[http://www.minmineria.cl/pagina.php?seccion\\_id=190&sub\\_id=191&cont\\_id=1333](http://www.minmineria.cl/pagina.php?seccion_id=190&sub_id=191&cont_id=1333)
38. PBB POLISUR <http://www.dow.com/polisur/>
39. PDV SA [www.pdv.com/](http://www.pdv.com/)
40. PEMEX [www.pemex.com/](http://www.pemex.com/)
41. PET y CEE  
[http://europa.eu.int/eur-lex/es/com/cnc/2003/com2003\\_0301es01.pdf](http://europa.eu.int/eur-lex/es/com/cnc/2003/com2003_0301es01.pdf)
42. Petrobras [www.petrobras.com.br/](http://www.petrobras.com.br/)
43. Petroken [www.petroken-pesa.com.ar/](http://www.petroken-pesa.com.ar/)
44. Petroquim [www.petroquim.cl/](http://www.petroquim.cl/)
45. Petroquímica Cuyo: <http://www.cuyonet.com.ar/>
46. Petroquímica del Gas Natural en México  
<http://www.energia.gob.mx/wb/distribuidor.jsp?seccion=886>
47. Petroquímica en Argentina:  
<http://www.e-petroquimica.com.ar/index.php?id=edicion196/petroquimica2.php>
48. Petroquímica Triunfo [www.ptriunfo.com.br/](http://www.ptriunfo.com.br/)
49. Petrox [www.petrox.cl/](http://www.petrox.cl/)
50. Plásticos <http://www.erres.org.uy/plastico.htm>
51. Polibrasil [www.polibrasil.com.br/](http://www.polibrasil.com.br/)

52. Polietilenos Uniao [www.polietilenos.com.br/](http://www.polietilenos.com.br/)
53. Polinter SA [www.polinter.com/](http://www.polinter.com/)
54. Polipropileno Clarificado  
[http://www.clearpp.com/Millad/MilladWP.nsf/0/18ac310e84113f0c85256ba4004e2569/\\$FILE/Propilco%20Pre-Print%20Latin%20America.pdf](http://www.clearpp.com/Millad/MilladWP.nsf/0/18ac310e84113f0c85256ba4004e2569/$FILE/Propilco%20Pre-Print%20Latin%20America.pdf)
55. Politeno [www.politeno.com.br/](http://www.politeno.com.br/)
56. Porque se debe instalar la Industria Petroquímica  
<http://www.cedib.org/hidrocarburos/documentos/cdaen/04porquese debe.doc>
57. PQU [www.pqu.com.br/](http://www.pqu.com.br/)
58. Presentación Gas en Brasil  
<http://www.google.com.pe/search?q=cache:URvvpwOu-AUJ:gas.uajms.edu.bo/presentaciones/145.ppt+brasil+petroquimica+gas&hl=es&ie=UTF-8file:///C:/WINDOWS/Archivos%20temporales%20de%20Internet/Content.IE5/UZ91KZ9A/328,28,Diapositiva 28>
59. Probe Economics, Inc. <http://www.probeeconomics.com/>
60. Propilco <http://www.propilco.com/>
61. Propilven [www.propilven.com/](http://www.propilven.com/)
62. Proyecto Camisea: <http://www.camisea.com.pe/>
63. Proyecto Fénix <http://www.mural.com/editoriales/negocios/347849/>
64. Rayong Ethylene Plant Expansion, Thailand  
<http://www.chemicals-technology.com/projects/rayong/index.html>
65. Repsol paga 200 millones por un complejo químico portugués:  
[http://www.cincodias.com/articulo.html?d\\_date=20041009&xref=20041009cdscdiemp\\_12&type=Tes&anchor=cdspor](http://www.cincodias.com/articulo.html?d_date=20041009&xref=20041009cdscdiemp_12&type=Tes&anchor=cdspor)
66. REPSOL YPF – Argentina <http://www.repsol-ypf.com/esp/argentina/home/home.asp>
67. Rio de Janeiro Ethylene and Polyethylene Plant, Brazil  
<http://www.chemicals-technology.com/projects/rio/index.html>  
<http://wp.sric.sri.com/Public/brazil-C2.pdf>
68. Ruwais Polyethylene and Ethylene Plants, Unites Arab Emirates  
<http://www.chemicals-technology.com/projects/ruwais/ruwais5.html>
69. SABIC <http://www.sabic.com/sabic-www/index.asp>

70. SARS  
<http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.cdc.gov/ncidod/sars/faq.htm&prev=/search%3Fq%3Dsars%26hl%3Des%26lr%3D%26ie%3DUTF-8>
71. Schwechat Polypropylene Plant, Austria  
<http://www.chemicals-technology.com/projects/schwechat/index.html>
72. SINOPEC – China Petroleum & Chemical Corporation  
<http://english.sinopec.com/index.jsp>
73. Superintendencia Nacional de Administración Tributaria:  
<http://www.aduanet.gob.pe/>
74. Thailand and Taiwan <http://www.globasia.dk/papers/Word/llvol2.doc>
75. Venezuela y petroquímica <http://www.alia2.net/article1872.html>

## **CAPITULO V : DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS PETROQUÍMICOS**

1. BURDICK, DONALD L. - LEFFLER, WILLIAM L.: Petrochemicals in Nontechnical Language, 1994
2. Chauvel, Alain – Lafebvre, Gilles: Petrochemical Process Vol 1, 1989
3. El Petróleo y sus quimiderivados  
[http://lectura.ilce.edu.mx:3000/biblioteca/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/072/htm/sec\\_6.htm](http://lectura.ilce.edu.mx:3000/biblioteca/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/072/htm/sec_6.htm)
4. Producción de Hidrocarburos Básicos  
[http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html/sec\\_13.html](http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html/sec_13.html)

## **CAPITULO VI : CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA**

1. ABB Lummus  
<http://www.lummusonline.com/global/index.htm>
2. Chemical & Engineering News - American Chemical Society  
<http://pubs.acs.org/cen/coverstory/8122/print/8122plastics2.html>
3. Hoescht  
[http://europa.eu.int/comm/competition/mergers/cases/decisions/m1287\\_en.pdf](http://europa.eu.int/comm/competition/mergers/cases/decisions/m1287_en.pdf)
4. Novolen Technology  
<http://www.novolentechnology.com/>

5. Proceso Linde

<http://62.27.58.13/de/p0002/p0095/pdf/V-P1-e%2080.pdf>  
<http://62.27.58.13/en/p0001/p0008/p0008.jsp>

6. Proceso Lurgi

[http://www.lurgi.com/english/nbsp/menu/media/news/polypropylene\\_for\\_the\\_first\\_time\\_produced\\_from\\_natural\\_gas\\_using\\_the\\_mtpr\\_process/](http://www.lurgi.com/english/nbsp/menu/media/news/polypropylene_for_the_first_time_produced_from_natural_gas_using_the_mtpr_process/)

## **CAPITULO VII : EVALUACION ECONOMICA**

1. ARENAS GOMEZ, JUAN : Tesis - Evaluación Técnico Económica para la obtención de propileno a partir del GLP mediante el proceso de Deshidrogenación Catalítica, FIPP 1996
2. CORNELL - The School of Chemical and Biomolecular ENGINEERING - FACT, Method of Cost Estimation  
[www.cheme.cornell.edu/courses/cheme462/Syllabus/Costing/FACTMethod.pdf](http://www.cheme.cornell.edu/courses/cheme462/Syllabus/Costing/FACTMethod.pdf)
3. PROINVERSION  
[www.proinversion.gob.pe/](http://www.proinversion.gob.pe/)
4. Sube, imparable, el precio del crudo  
[http://www.lagaceta.com.ar/vernota.asp?id\\_seccion=10&seccion=&id\\_nota=91418](http://www.lagaceta.com.ar/vernota.asp?id_seccion=10&seccion=&id_nota=91418)

## **CAPITULO VIII : EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL IMPACTO AMBIENTAL E IMPACTO SOCIAL**

1. ERM PERU S.A. – PLUSPETROL: Estudio de Impacto Ambiental y Social del Proyecto Planta de Fraccionamiento de LGN e Instalaciones de Carga, Playa Lobería. Pisco, Perú., Julio 2002



## **GLOSARIO**

**ABC Costing.**- Activity Based Costing - Costeo Basado en Actividades. Herramienta o forma de costeo contable que se enfoca en los costos de funciones específicas (procesos, actividades, objetivos) en vez de los costos de unidades organizacionales como tradicionalmente se llevan.

**ALCA.**- Area de Libre Comercio de las Américas.

**APLA.**- Asociación Petroquímica y Química Latinoamericana.

**Balanced Scorecard.**- Herramienta o sistema de gerenciamiento estratégico usado para conducir y llevar el seguimiento de una organización.

**BCR.**- Banco Central de Reserva del Perú.

**Chem Systems.**- Empresa consultora parte de Nexant Petroleum Chemicals.

**Clear PP.**- Polipropileno Clarificado.

**CMAI.**- Chemical Market Associates, Inc. Empresa consultora de la industria química y petroquímica en EEUU.

**CONAM.**- Consejo Nacional del Medio Ambiente

**Complejo Petroquímico.**- Instalación destinada a la transformación química de hidrocarburos para su uso directo o transformación por otras industrias.

**Cost High Range.**-Rango de Alto Costo.

**Cost Low Range.**- Rango de Bajo Costo.

**Downstream.**- En el ambiente de petróleo, se define como las operaciones de refinación, petroquímica, transporte y comercialización.

**DCS.**- Sistema de Control Distribuido.

**EIA.**- Estudio de Impacto Ambiental.

**EPA.**- Environmental Protection Agency. Agencia de Protección del Medio Ambiente en EEUU.

**FCC.**- Cracking Catalítico Fluidizado.

**HDPE.**- Polietileno de Alta Densidad.

**INEI.**- Instituto Nacional de Estadística e Informáticade Perú.

**INRU.**- Unidad de Recuperación del Nitrógeno del Isobutano

**ISBL.-** Inside Battery Limits. Instalaciones dentro de los límites de la batería o planta.

**ISO.-** International Organization for Standardization.

**QA/QC.-** Quality Assurance / Quality Control. Aseguramiento de la Calidad / Control de la Calidad.

**ITP.-** International Traders Publications, Inc.

**LDPE.-** Polietileno de Baja Densidad.

**LLDPE.-** Polietileno Lineal de Baja Densidad.

**LMP.-** Límites Máximos Permisibles.

**MERCOSUR.-** Mercado Común del Sur, es un proyecto de integración económica, en el cual se encuentran comprometidos Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay.

**Metátesis.-** Trans-alquilación, moléculas con carbonos unidos por doble enlace que se intercambian para formar nuevas olefinas.

**MTBE.-** Metil ter-butyl eter.

**Nexant Petroleum Chemicals.-** Empresa de servicios de consultoría en petróleo y gas EEUU.

**NGL.-** Líquidos del gas natural.

**Olefina.-** Molécula con un doble enlace carbono-carbono, término técnico que engloba al etileno y al propileno.

**OSBL.-** Outside Battery Limits. Instalaciones fuera de los límites de la batería o planta.

**OSHA.-** Occupational Safety and Health Administration, Administración de Salud y Seguridad Ocupacional en EEUU.

**Pay-Out.-** Tiempo de recuperación de la inversión.

**PET.-** Polietileno Tereftalato, polímero usado como insumo para fabricar recipientes para alimentos y bebidas.

**Planta de Fraccionamiento.-** Instalación destinada a la separación de fracciones de los líquidos del gas natural, estas fracciones pueden ser propano, butano, nafta, entre otros. Ejemplo, la Planta de Fraccionamiento de Playa Lobería, en Pisco.

**Planta de Separación.-** Instalación destinada a la separación de los líquidos y gas de la producción obtenida de un yacimiento de gas natural. Ejemplo, la Planta de Separación de Malvinas en Cusco.

**PLC.-** Controladores Lógico Programados.

**Poliolefina.**- Término técnico que engloba a polímeros como HDPE (Polietileno de Alta Densidad), LDPE (Polietileno de Baja Densidad), LLDPE (Polietileno Lineal de Baja Densidad), PP(Polipropileno), entre otros.

**PP.**- Polipropileno.

**Probe Economics, Inc..**- Empresa consultora de la industria química en EEUU.

**PRODUCE.**- Ministerio de la Producción.

**PROINVERSION.**- Agencia de Promoción de la Inversión Privada de Perú, promueve la inversión no dependiente del Estado Peruano a cargo de agentes bajo régimen privado, con el fin de impulsar la competitividad del Perú y su desarrollo sostenible.

**PROMPEX.**- Comisión para la Promoción de Exportaciones, tiene el propósito de conducir las actividades de promoción comercial de las exportaciones de bienes y servicios peruanos en el exterior.

**PS.**- Poliestireno.

**PSA.**- Pressure Swing Adsorption, proceso que abarca una serie de reducciones de la presión en una secuencia controlada para recuperar el hidrógeno o nitrógeno puro restante después de un tratamiento de adsorción.

**PVC.**- Policloruro de Vinilo.

**SARS.**- Síndrome Respiratorio Agudo Severo.

**SNI.**- Sociedad Nacional de Industrias.

**SPI.**- The Society of the Plastic Industry.

**SC.**- Steam Cracking.

**TAME.**- Ter-amil metil-ether.

**TIR.**- Tasas Internas de Retorno.

**TLC.**- Tratado de Libre Comercio.

**Upstream.**- En el ambiente de petróleo, se define como las operaciones desde la exploración, explotación, producción hasta antes de la refinación.

**VAN.**- Valor Actual Neto.

