



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

TESIS DE MAGISTER EN INGENIERÍA DE PROCESOS PETROQUÍMICOS

Factibilidad de las distintas alternativas para agregarle valor al propileno

Autor: Fernanda Daniela Sacks

Directores: Dr. Daniel Damiani

Dr. Raúl Dichiara

BAHÍA BLANCA

ARGENTINA

2012

PREFACIO

Esta Tesis se presenta como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Magister en Ingeniería de Procesos Petroquímicos, de la Universidad Nacional del Sur y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad u otra. La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en el ámbito del Departamento de Ingeniería Química durante el período comprendido entre el 16 de junio de 2009 y el, bajo la dirección de los Doctores Daniel E. Damiani y Raúl O. Dichiara.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
Secretaría General de Posgrado y Educación Continua

La presente tesis ha sido aprobada el / / , mereciendo la calificación de(.....)

A mis Directores

RESUMEN

La presente investigación ha sido desarrollada en el marco del Programa para el Desarrollo y Utilización del Recurso Gasífero de la Provincia de Santa Cruz, cuya finalidad principal fue identificar y analizar opciones de inversión que agreguen valor al gas natural. Una de las alternativas propuestas fue la construcción de un *steam cracker* a partir de los líquidos del gas natural para obtener mayoritariamente etileno y propileno como co-producto principal.

El objetivo de este estudio es identificar y analizar, desde el punto de vista del inversor privado, la factibilidad de las distintas alternativas tecnológicas para agregarle valor a la corriente de propileno. La concreción de estos proyectos supone la conformación de un complejo industrial en torno a los líquidos del gas natural, con lo cual se presentan algunos de los aportes teóricos que explican la formación de complejos productivos, destacándose su importancia en el desarrollo regional.

De las distintas opciones de inversión identificadas se eligió el polipropileno para realizar un estudio más profundo, analizándose la factibilidad comercial, técnica y económico-financiera de producir este petroquímico.

El análisis se enmarca dentro del método de evaluación de proyectos industriales desarrollado por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUFI).

ABSTRACT

This research was performed as part of the Program for the Development and Utilization of natural gas in Santa Cruz (Argentina). The main purpose of the program was to identify and analyze alternatives to promote competitive projects in order to add value to natural gas. Among alternatives proposed, one to highlight is the construction of a steam cracker from natural gas liquids to obtain mainly ethylene and propylene as co-product.

The aim of this study was to identify and measure costs and benefits from the standpoint of the private investor of different technical alternatives to add value to propylene. In case these investment projects were carried out, it will set up an industrial cluster around natural gas liquids. Therefore, it described some of the theoretical contributions to explain the formation of industrial cluster, highlighting their economic and social meaning in regional development.

From a long list of chemicals explored, some with multiple variants and derivative options, polypropylene (PP) was singled out for a more deeply study, analysing the commercial, technical and financial feasibility of the production of this chemical.

The framework for this research was the methodology for industrial projects evaluation developed by the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO).

ÍNDICE

ÍNDICE	1
INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO 1 Complejos industriales y desarrollo regional	8
1. Aportes Teóricos	8
1.1. La teoría de los eslabonamientos	8
1.1.1. <i>Algunas variantes de la teoría de los eslabonamientos</i>	10
1.2. La teoría de los polos industriales.....	12
1.3. La teoría de los clusters	13
1.3.1. <i>Clusters basados en cadenas de valor o redes: filières</i>	15
1.3.2. <i>Clusters en petroquímica y química: la experiencia Europea</i>	16
1.3.3. <i>Clusters en petroquímica y química: la experiencia Brasileña</i>	17
2. Complejo industrial en torno a los líquidos del gas natural	19
2.1. Eslabones gasíferos	20
2.1.1. <i>Acondicionamiento (Deshidratación/ Desgasolinaje)</i>	20
2.1.2. <i>Tratamiento (eliminación de contaminantes)</i>	21
2.2. Eslabones petroquímicos	22
CAPÍTULO 2 Mercado de Propileno	24
1. Mercado mundial	24
1.1. Oferta.....	24
1.2. Demanda	25
1.3. Balance de Oferta y Demanda	26
1.4. Comercio Internacional	26
1.5. Precios	27
2. Mercado Regional	28
2.1. Oferta.....	28
2.2. Demanda	29
2.3. Balance de Oferta y Demanda	29
2.4. Comercio Internacional	29
3. Mercado Nacional	30
4. Resumen	31
CAPÍTULO 3 Derivados del propileno: Oportunidades de negocio	32
1. Principales derivados del propileno	32
2. Polipropileno	33
2.1. Tendencias del mercado mundial	33
2.2. Mercado regional y nacional	34
2.3. Tecnologías	35
2.4. Potencial en Santa Cruz	36
3. Óxido de Propileno	37
3.1. Tendencias del mercado mundial	37
3.2. Mercado regional y nacional	37
3.3. Tecnologías	38
3.4. Potencial en Santa Cruz	39
4. Acrilonitrilo	40
4.1. Tendencias del mercado mundial	40
4.2. Mercado regional y nacional	41
4.3. Tecnologías	42
4.4. Potencial en Santa Cruz	43
5. Cumeno/Fenol	44
5.1. Tendencias del mercado mundial	44
5.2. Mercado Regional y Nacional	45
5.3. Tecnologías	47

5.4. Potencial en Santa Cruz	48
6. Ácido Acrílico	48
6.1. Tendencias del mercado mundial	48
6.2. Mercado regional y nacional	49
6.3. Tecnologías	50
6.4. Potencial en Santa Cruz	50
7. Isopropanol	51
7.1. Tendencias del mercado mundial	51
7.2. Mercado regional y nacional	51
7.3. Tecnologías	52
7.4. Potencial en Santa Cruz	53
8. Oxo alcoholes	53
8.1. Tendencias del mercado mundial	53
8.2. Mercado Regional y nacional.....	55
8.3. Tecnologías	56
8.4. Potencial en Santa Cruz	57
9. Selección de los productos potenciales	57
9.1. Criterios de selección.....	57
9.2. Calidad requerida del propileno.....	59
9.3. Prioridades.....	59
9.4. Conclusiones	60
CAPÍTULO 4 Estudio de Mercado Polipropileno	62
1. Definición del Producto.....	62
2. Mercado Mundial	64
2.1. Oferta.....	64
2.2. Demanda	64
2.3. Balance de Oferta y Demanda	65
2.4. Comercio Internacional	66
2.5. Precios	66
2.6. Ciclo del negocio	67
3. Mercado Regional	69
3.1. Oferta.....	69
3.1.1. <i>Brasil</i>	70
3.1.2. <i>Colombia</i>	70
3.1.3. <i>Venezuela</i>	71
3.1.4. <i>Trinidad y Tobago</i>	71
3.2. Demanda	71
3.3. Balance de Oferta y Demanda	72
3.4. Comercio Internacional.....	73
4. Mercado Nacional	74
4.1. Oferta.....	74
4.2. Demanda	75
4.3. Balance de Oferta y Demanda	78
4.4. Comercio Internacional	78
4.5. Precios	78
5. Resumen.....	79
CAPÍTULO 5 Estudio Técnico	81
1. Tipos de Procesos	81
2. El Proceso SPHERIPOL en perspectiva	82
2.1. Descripción del proceso	83
2.1. Capacidades del proceso	86
2.1.1. <i>Flexibilidad de diseño</i>	86
2.1.2. <i>Versatilidad</i>	87
2.2. Economía del proceso	87
2.2.1. <i>Confiabilidad y operabilidad</i>	87
2.2.2. <i>Consumos</i>	88
2.3. Química y termodinámica del proceso.....	88

2.3.1. Homopolímero	88
2.3.2. Copolímeros Random (RACOs)	92
2.3.3. Copolímeros Heterofásicos (HECOS)	93
3. Otros procesos.....	94
3.1. Proceso Novolen	94
3.2. Proceso Unipol PP.....	95
3.3. Proceso Spherizone	96
3.4. Proceso Borstar PP	98
4. Determinación de la escala	99
CAPÍTULO 6 Localización	101
1. Localización del Proyecto	101
2. Factores de localización relevantes	102
2.1. Materia Prima	102
2.2. Disponibilidad de Energía Eléctrica para proyectos industriales	102
2.2.1. Centrales hidroeléctricas en el Río Santa Cruz.....	102
2.2.2. Generación Térmica en Río Turbio	103
2.2.3. Desarrollo potencial del Sistema de Transporte en 500 Kv	104
2.3. El Puerto.....	105
2.3.1. El Muelle Presidente Illia	106
2.3.2. Características operativas.....	107
2.3.3. Predio Portuario y Parque Industrial.....	108
2.4. Aspectos Relacionados con la Ciudad	110
2.4.1. Infraestructura de Accesos y Comunicaciones	110
2.4.2. Infraestructura Urbana: energía eléctrica, agua potable, cloacas y residuos.....	111
2.4.3. Estructura Socio-Económica de la Población.....	112
2.4.4. Factores Ambientales.....	115
3. Conclusiones	117
CAPÍTULO 7 Análisis Económico -Financiero	119
1. Inversión	119
2. Ingresos operativos.....	120
3. Costos operativos	121
4. Alternativas de Inversión	123
5. Indicadores de Rentabilidad	123
5.1. Periodo de Recuperación de la Inversión (Pay-Back).....	123
5.2. Valor Actual Neto (VAN).....	124
5.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)	125
5.4. Comparación VAN y TIR.....	126
6. Análisis de la alternativa 1	126
6.1. Flujo de Caja	126
6.2. Análisis de rentabilidad	128
6.2. Análisis costo-volumen-utilidad.....	128
6.2. Análisis de Sensibilidad.....	130
7. Análisis de la alternativa 2	131
7.1. Análisis de rentabilidad	133
8. Análisis de la alternativa 3	133
8.1. Análisis de rentabilidad	136
CONCLUSIONES	137
ANEXO I.....	139
ANEXO II	140
1. Régimen fiscal y aduanero.....	140
1.1. Ley Nacional Nº 22.415/81 - Código Aduanero y Ley Nacional Nº 24.331/94	140
1.2. Ley Nacional Nº 23.981/91 - Tratado de Asunción.....	141
1.3. Ley Nacional Nº 20.628/73 – Impuesto a las Ganancias.....	141
1.4. Ley Nacional Nº 26.360/2008– Promoción de Inversiones	142
1.5. Ley Nacional Nº 23.018/83 - Puertos Patagónicos	143
1.6. Ley Provincial Nº 1.538/83 - Impuesto sobre los Ingresos Brutos.....	144
1.7. Ley Provincial Nº 1.124 - Promoción de Actividades Productivas	144

1.8. Ley Provincial - Impuesto Inmobiliario Rural	144
1.9. Ley Provincial Nº 1451/82 y sus modificatorias - Uso y Preservación de Aguas Públicas no Marítimas.....	145
2. Legislación ambiental	145
2.1. Constitución Nacional	145
2.2. Constitución de la Provincia de Santa Cruz	146
2.3. Ley Nacional Nº 25.675/02 - Ley General del Ambiente	146
2.4. Ley Provincial Nº 2.658/03 - De la Evaluación de Impacto Ambiental	146
2.4.1. Estudio Técnico de Impacto Ambiental	147
3. Legislación de accidentes industriales en Argentina	149
3.1. Ley Nacional Nº 13.660/49.....	149
3.2. Decreto Nº 10.877/60 -Reglamentación de la Ley Nº 13.660	150
3.3. Resolución de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo Nº 743/03 - Registro Nacional para la Prevención de Accidentes Industriales Mayores	150
3.4. Otras normas en Materia Ambiental y de Riesgo	151
BIBLIOGRAFÍA	152

Figuras, gráficos y tablas

Figura 1: El Complejo Productivo	20
Figura 2: Derivados del propileno	32
Figura 3: Planta de PP Spheripol.....	84
Figura 4: Proceso Sheripol Simplificado	86
Figura 5: Productos obtenidos	86
Figura 6: Esteroespecificidad de la cadena polimérica de PP	89
Figura 7: Proceso Novolen Simplificado	95
Figura 8: Proceso Unipol PP Simplificado	96
Figura 9: Proceso Spherizone Simplificado	97
Figura 10: Proceso Borstar PP Simplificado	98
Figura 11: Interconexión Provincia de Santa Cruz.....	105
Figura 12: Muelle Presidente Illia.....	107
Figura 13: Predio Portuario	108
Figura 14: Instalaciones de acopio de petróleo y carbón	108
Figura 15: Plano de los terrenos de Punta Loyola.....	109
Figura 16: Acceso a la Ciudad	110
Figura 17: Ubicación de los Principales Yacimientos	139
Gráfico 1: Capacidad de producción de propileno por región geográfica	24
Gráfico 2: Estructura del mercado de propileno GQ/GP.....	26
Gráfico 3: Balanza comercial derivados del propileno por región geográfica	27
Gráfico 4: Precio del etileno y del propileno	28
Gráfico 5: Producción de propileno en América Latina	28
Gráfico 6: Consumo aparente de propileno en América Latina	29
Gráfico 7: Producción, importación, exportación y consumo de propileno en Am. Latina	30
Gráfico 8: Producción y consumo aparente de propileno en Argentina	31
Gráfico 9: Producción, importación, exportación y consumo de PP en América Latina ...	35
Gráfico 10: Producción, importación, exportación y consumo de OP en América Latina .	38
Gráfico 11: Producción, importación, exportación y consumo de ACN en Am. Latina.....	42
Gráfico 12: Producción, importación, exportación y consumo de cumeno en Am. Latina	46
Gráfico 13: Consumo aparente de Ácido acrílico en Argentina	49
Gráfico 14: Producción, importación, exportación y consumo de IPA en Am. Latina.....	52
Gráfico 15: Producción, importación, exportación y consumo de 2-EH en Am. Latina....	55
Gráfico 16: Producción, importación, exportación y consumo de n-butanol en Am. Latina	56
Gráfico 17: Capacidad de Producción de PP por región geográfica	64
Gráfico 18: Crecimiento de la demanda de PP por región geográfica	65
Gráfico 19: Capacidad de producción mundial de PP y tasa de operación	66

Gráfico 20: Precios del PE y PP	67
Gráfico 21: Curva de costo del propileno	68
Gráfico 22: Curva de costo del PP	69
Gráfico 23: Producción de PP en América Latina	69
Gráfico 24: Consumo Aparente de PP en América Latina	72
Gráfico 25: Consumo de PP per cápita en 2007	72
Gráfico 26: Oferta y Demanda proyectada en América Latina	73
Gráfico 27: Saldo de la Balanza Comercial de PP en América Latina	73
Gráfico 28: Capacidad, Producción y Tasa de Operación Nacional	75
Gráfico 29: Consumo de PP, tasa de crecimiento del Consumo de PP y del PBI	76
Gráfico 30: Saldo Balanza Comercial Nacional	78
Gráfico 31: Precio FOB Argentina PE y PP	79
Gráfico 32: Curva financiera- Alternativa 1	128
Gráfico 33: Punto de Equilibrio	129
Gráfico 34: Análisis de sensibilidad	130
Gráfico 35: Curva Financiera – Alternativa 2	133
Gráfico 36: Curva Financiera – Alternativa 3	136
Tabla 1: Producción de Líquidos del Gas Natural en Santa Cruz	22
Tabla 2: Rendimientos globales del <i>steam cracker</i>	23
Tabla 3: Resumen balance de oferta y demanda.....	31
Tabla 4: Consumo de materias primas e insumos por tonelada de PP.....	36
Tabla 5: Consumo de materias primas e insumos por tonelada de ACN	42
Tabla 6: Consumo de materias primas e insumos por tonelada de cumeno	47
Tabla 7: Consumo de materias primas e insumos por tonelada de Fenol.....	47
Tabla 8: Consumo de materias primas e insumos por tonelada de Ácido Acrílico.....	50
Tabla 9: Consumo de Materias primas e insumos por tonelada de Butiraldehído	56
Tabla 10: Consumo de Materias primas e insumos por tonelada de n-butanol	56
Tabla 11: Consumo de Materias primas e insumos por tonelada de 2-EH.....	57
Tabla 12: Consumo de Materias primas e insumos por tonelada de n-butanol	57
Tabla 13: Criterios relevantes	59
Tabla 14: Calidad del propileno requerida por producto	59
Tabla 15: Análisis de las distintas alternativas.....	60
Tabla 16: Puntuación obtenida	60
Tabla 17: Procesos de transformación del PP y usos finales.....	63
Tabla 18: Estructura del Mercado en 2007	76
Tabla 19: Desempeño de las distintas generaciones de catalizadores	83
Tabla 20: Consumos específicos típicos	88
Tabla 21: Ampliaciones del sistema de transporte eléctrico	105
Tabla 22: Estadísticas demográficas.....	112
Tabla 23: Principales indicadores del mercado de trabajo	113
Tabla 24: Estimación de la inversión inicial	120
Tabla 25: Ingresos operativos del proyecto.....	121
Tabla 26: Insumos específicos de materias primas y servicios.....	122
Tabla 27: Costos operativos del proyecto.....	123
Tabla 28: Flujo de Caja – Alternativa 1.....	127
Tabla 29: Indicadores de rentabilidad – Alternativa 1	128
Tabla 30: Flujo de Caja – Alternativa 2.....	132
Tabla 31: Indicadores de rentabilidad – Alternativa 2	133
Tabla 32: Tabla de pagos	134
Tabla 33: Flujo de caja – Alternativa 3	135
Tabla 34: Indicadores de rentabilidad – Alternativa 3	136
Tabla 35: Oleoductos	139
Tabla 36: Legislación adicional en materia ambiental y de riesgo.....	151

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se desarrolla en el marco del Programa para el Desarrollo y Utilización del Recurso Gasífero de la Provincia de Santa Cruz, cuya finalidad principal fue identificar, analizar y emitir recomendaciones para impulsar alternativas competitivas que agreguen valor al gas natural (GN). Se propuso entonces identificar emprendimientos productivos que permitan transformar las ventajas comparativas de la Provincia en verdaderas ventajas competitivas, contribuyendo así al desarrollo de la región.

Una de las alternativas propuestas dentro del programa fue la construcción de un *steam cracker* a partir de los líquidos del gas natural para obtener mayoritariamente etileno y propileno como co-producto principal. En este estudio se asume que el mismo ya ha sido construido y se toma como punto de partida con el objetivo de identificar y analizar la viabilidad de las distintas alternativas para incorporar valor al propileno.

Este petroquímico, al igual que el etileno, constituye un producto básico a partir del cual es posible obtener productos intermedios, tales como óxido de propileno, acrilonitrilo e isopropanol, entre otros; y distintos productos finales como polipropileno, fibras acrílicas, solventes, etc. Cada una de las etapas que integran la cadena productiva del propileno supone la generación de mayor valor agregado.

En este marco, el objetivo de esta tesis consiste en identificar y analizar, desde el punto de vista del inversor privado, la factibilidad de las distintas alternativas para agregarle valor a la corriente de propileno, obtenido como co-producto del *steam cracker*. La concreción de estos proyectos de inversión supone la conformación de un complejo industrial en torno a los líquidos del gas natural.

En el primer capítulo se presentan algunos de los aportes teóricos que explican la formación de complejos productivos, destacándose su importancia en el desarrollo regional.

En el segundo capítulo se identifican los distintos derivados del propileno y se determina el potencial de cada uno en la provincia de Santa Cruz. Para ello se analiza, por un lado, el mercado regional y nacional, y por otro, la posibilidad de construir una planta de escala mundial teniendo en cuenta la disponibilidad de materias primas. Dado que las distintas alternativas son mutuamente excluyentes, se realiza un ranking de las mismas

de modo de determinar de manera preliminar cuales serían las mejores opciones de inversión y las que requerirían un análisis más profundo.

En los capítulos siguientes se analiza la factibilidad comercial, técnica y económico-financiera de la mejor alternativa identificada en la etapa anterior. El análisis se enmarca dentro del método de evaluación de proyectos industriales desarrollado por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). Finalmente, se exponen las conclusiones de este estudio y algunas recomendaciones.

Cabe señalar que el presente trabajo constituye un ejercicio académico para demostrar la aplicación de los instrumentos de análisis provistos por la metodología de evaluación de proyectos de inversión.

CAPÍTULO 1 | Complejos industriales y desarrollo regional

1. Aportes Teóricos

La idea subyacente en este trabajo es la conformación de un complejo productivo regional en torno a los líquidos del gas natural. Se analiza entonces la posibilidad de que la disponibilidad de materia prima induzca inversiones aguas abajo, constituyéndose un complejo industrial que genere valor y contribuya al desarrollo de la región.

La formación de complejos productivos ha sido explicada por diversos aportes teóricos, algunos de los cuales han sido plasmados en la literatura sobre desarrollo regional, según se describe a continuación.

1.1. La teoría de los eslabonamientos

La teoría de los eslabonamientos hacia atrás y hacia adelante de Hirschman procura mostrar cómo y cuándo la producción de un sector es suficiente para satisfacer la escala mínima necesaria que convierte en atractiva la inversión en otro sector que abastece al primero (eslabonamiento hacia atrás) o procesa su producción (eslabonamiento hacia adelante) (Ramos, 1999).

Hirschman (1970) considera que al hablar de los efectos de eslabonamiento que emanan de una industria hacia otra industria, no sólo se hace referencia a la importancia potencial del efecto de eslabonamiento (por ejemplo en términos de la producción neta de las nuevas industrias que pudieran aparecer), sino también a la fuerza del efecto (es decir, a la probabilidad de que estas industrias surjan). El efecto total podría medirse sumando los productos de estos dos elementos.

La actividad inicial daría así lugar a una oleada de inversiones que no sólo multiplicarían el efecto inicial sino que generarían actividades cada vez más diversificadas y, por lo tanto, menos dependientes del impulso originario (Gorenstein, Viego y Burachik, 2006).

Los países subdesarrollados, cuyas economías se basan fundamentalmente en actividades primarias (agricultura y minería), se caracterizan por la falta de interdependencia y eslabonamiento. Por definición, toda producción primaria excluye cualquier eslabonamiento anterior sustancial, siendo a su vez débiles los efectos de

eslabonamiento posterior (la producción no se industrializa en el país sino que se exporta en forma de commodities).

Las llamadas "actividades incrustadas de exportación" (producción y exportación de bienes en forma aislada del resto de la economía) se caracterizan por los escasos eslabonamientos directos. Si bien estos enclaves pueden generar algún tipo de eslabonamiento posterior, resulta difícil que abandonen su condición de incrustación. De todos modos, podrían financiar importaciones que pueden llegar a ser agentes poderosos de desarrollo (Hirschman, 1970).

Un proceso de industrialización generalizado comienza con industrias que producen para la demanda final, sea con destino al mercado doméstico o de exportación. La existencia del mercado, su tamaño, estabilidad y potencial son factores determinantes para que la producción local sustituya gradualmente a las importaciones. En mercados pequeños, la escala mínima de muchas industrias intermedias y básicas es tal que resulta necesario establecer una serie de industrias de consumo antes que su demanda combinada justifique que las importaciones de bienes intermedios y básicos sean sustituidas por producción nacional. Estas industrias generan efectos de eslabonamiento anterior importantes, generándose un patrón de industrialización hacia atrás. La clave está en que las industrias secundarias inducen producción de carácter primario y las terciarias inducen a su vez la producción secundaria y primaria (Hirschman, 1970).

Dadas las dificultades de medición, el concepto de eslabonamiento ha influido más como marco general para analizar la estrategia del desarrollo que como herramienta práctica y precisa para los análisis de proyectos y la planificación¹ (Hirschman, 1988).

La dinámica de los eslabones hacia atrás fue particularmente importante para los países de industrialización tardía, conociéndose la estrategia llevada a cabo por los mismos como industrialización por sustitución de importaciones. Este proceso tuvo consecuencias sociales y políticas algo contradictorias y fue criticado desde distintos frentes².

El concepto de eslabonamientos es versátil, identificándose nuevos tipos de eslabones útiles para el análisis de un amplio espectro de experiencias (Hirschman, 1988). Los eslabonamientos de consumo se definen como el estímulo para la producción local de

¹ Si bien el modelo insumo-producto de Leontief permite visualizar el proceso de industrialización (al comienzo con la mayoría de las casillas vacías, pero completándose progresivamente debido los efectos de eslabonamiento), contribuyó a que algunas veces se le atribuyera un significado demasiado mecánico a la dinámica de eslabones. En efecto, el análisis de insumo-producto es, por su propia naturaleza, sincrónico, mientras que los efectos de eslabonamiento necesitan tiempo para desarrollarse.

² Para más detalle ver Hirschman (1988), pp. 207-208.

bienes de consumo a medida que los nuevos ingresos creados (por la agricultura o la minería de exportación) se destinen a dichos bienes. Estos eslabonamientos de consumo, cuyos mecanismos son más indirectos que los conocidos eslabones hacia atrás y hacia delante, constituyen el paso inicial en el proceso de industrialización a través de la sustitución de importaciones.

Una actividad induce a otra a través del mercado. Sin embargo, las nuevas actividades (empresas) también pueden ser establecidas por el Estado interfiriendo en las fuerzas del mercado. El Estado puede gravar los ingresos que obtienen los exportadores o imponer aranceles a los productos importados. Los ingresos fiscales resultantes pueden utilizarse para financiar proyectos de inversión pública o para ayudar a la inversión privada. Estas secuencias conforman una nueva clase de eslabones: en el primer caso se trata de eslabones fiscales directos, en el segundo caso son indirectos.

Las condiciones de "incrustación" bajo las que se producen algunas commodities favorecen los eslabonamientos fiscales directos. Las características de "no incrustación" de algunos productos hacen que los eslabonamientos fiscales indirectos aplicados oportunamente impulsen un proceso de industrialización por sustitución de importaciones.

Hirschman propone una política de crecimiento desequilibrado para lograr el crecimiento de una economía subdesarrollada. Esta estrategia se basa en la promoción de ciertas industrias claves y en los efectos de eslabonamiento. En la medida que estos sectores comiencen a eslabonarse con otros, las fuerzas de mercado inducirán inversión adicional. De este modo, el rol del Estado consistiría en: a) iniciar el crecimiento estratégicamente para que surjan presiones y estímulos a un desarrollo adicional por medio de efectos de eslabonamientos y b) estar listos para reaccionar frente a las presiones que se generen en los distintos sectores (Hirschman, 1970).

1.1.1. Algunas variantes de la teoría de los eslabonamientos

El enfoque del desarrollo por medio de enlaces fue articulado posteriormente por Watkins (1963) con la tesis de los productos básicos, vinculada a su vez con la teoría de base de exportación de North (1955). Este último parte de la hipótesis que las regiones económicamente rezagadas pueden iniciar su proceso de desarrollo a partir de la explotación de sus recursos naturales (los cuales constituyen su ventaja comparativa). El crecimiento de este sector (mediante exportaciones) estimularía la aparición y consolidación de actividades relacionadas (provisión de insumos, procesamiento de

materias primas), proceso que fortalecería la especialización del país o región en todo el sector y no en la actividad primaria (Gorenstein et al., 2006).

La teoría del crecimiento económico a partir de productos básicos fue referida inicialmente a Canadá (Innis, 1954 y 1962; Watkins, 1963; Mackintosh, 1953; Scott, 1964). Esta teoría explica el desarrollo económico de Canadá a partir de los impulsos provenientes de la exportación de sus distintos recursos naturales –pescado, pieles, minería, madera, papel y trigo- y a las inversiones en actividades relacionadas que ellos activan. Estas actividades de “segundo” y “tercer” grado incluyen: a) actividades secundarias para proveer insumos y bienes requeridos por el recurso natural y por su fuerza de trabajo; b) la inversión en infraestructura (ferrocarriles, energía eléctrica, caminos, puertos, etc.) para las exportaciones, y c) otras actividades no necesariamente ligadas al recurso natural que pudieran aprovechar la infraestructura ya financiada por la actividad exportadora. Así, cada auge exportador da lugar a una ola de inversiones de primer, segundo y tercer grado, que no sólo multiplica el efecto del impulso inicial, sino que genera actividad económica cada vez menos dependiente de ese impulso (Ramos, 1999).

La idea central de las tesis de los bienes básicos es que el desarrollo de la periferia comienza con el descubrimiento de algún bien básico demandado por el centro. En contraposición, la tesis del subdesarrollo (Frank, 1966) intenta mostrar que fue precisamente el éxito del desarrollo de las materias primas el responsable del empobrecimiento de la periferia: el *boom* de las materias primas no dejó nada más que una zona deprimida con minas agotadas, suelos improductivos, y una agricultura de subsistencia empobrecida (Hirschman, 1988).

El enfoque de los eslabonamientos puede resolver las contradicciones existentes entre estas tesis. Aunque la teoría fue inicialmente elaborada para analizar diferentes patrones de crecimiento, puede explicar el estancamiento y el empobrecimiento. Es posible que algunos o todos los eslabones fracasen y la investigación de ello permite identificar las posibles razones de un desarrollo negativo. Por ejemplo, en el caso de los bienes básicos producidos en condiciones de “incrustación”, los eslabonamientos fiscales directos pueden no haber aparecido o haberlo hecho demasiado tarde y débilmente; o aún cuando hayan funcionado, los ingresos generados pueden haber sido mal invertidos (Hirschman, 1988).

1.2. La teoría de los polos industriales

François Perroux (1964) sostiene que "el crecimiento no aparece en todas partes a la vez; se manifiesta en puntos o polos de crecimiento, con intensidades variables; se expande por diversos canales y con efectos terminales variables por el conjunto de la economía". La noción de "polos de crecimiento" constituye una crítica a la teoría del equilibrio general elaborada por los clásicos y al igual que Hirschman, pone de relieve el carácter desequilibrado que caracteriza al crecimiento.

Existen industrias motrices que, durante periodos determinados, exhiben tasas de crecimiento de su producto mayores a la tasa promedio de crecimiento del producto industrial y del PBI agregado. Estas unidades motrices tienen la propiedad de ejercer influencia sobre las demás industrias debido a la presencia de economías externas. De esta forma, las empresas se encuentran interrelacionadas, "el beneficio de una empresa es función de sus ventas, de las ventas de otra empresa, de las compras de servicios de otra empresa" (Dichiara y Sánchez, 2008).

Con el concepto de complejos de industrias se introducen en el análisis tres elementos, a saber: la industria clave; el régimen no competitivo del complejo y la aglomeración territorial (Perroux, 1964).

La industria clave es aquella que induce un incremento de la venta global más importante que el aumento de su propia venta³. Este concepto es relativo y depende del periodo considerado, del conjunto movilizado y de la relación de éste con la industria motriz (Perroux, 1964).

Las economías de escala internas⁴ necesarias en la actividad motriz provocan que la organización se caracterice por formas oligopólicas de mercado (Gorenstein et al., 2006). Como resultado de ello el complejo de industrias tiene un carácter generalmente "desestabilizador": los conflictos de eliminación y de aquellos con vistas a la subordinación de una parte a la otra y los acuerdos son posibles consecuencias de estos regímenes⁵. La acción desestabilizadora de cada uno de ellos tomado aisladamente constituye un estímulo al crecimiento cuando, en un periodo largo, la empresa dominante eleva la productividad de la industria y realiza una acumulación de capital eficiente

³ Perroux señala que las industrias que fabrican complementarios múltiples (i.e. materia prima, energía y transportes) son proclives a convertirse en industria clave.

⁴ Existen economías de escala internas cuando, conforme aumenta el tamaño de la empresa, los costos medios a largo plazo disminuyen. Estas economías se originan en indivisibilidades tecnológicas; de mercado; financieras; investigación y desarrollo e integración-diversificación.

⁵ Si bien pueden construirse teóricamente equilibrios estáticos para estas formas de mercado, aparecen muy poco verosímilmente estables si se les considera dinámicamente.

superior a la que hubiera conseguido una industria que opera en un régimen más competitivo (Perroux, 1964).

La proximidad geográfica intensifica las actividades económicas de un polo industrial aglomerado y en crecimiento. A estos efectos de intensificación se añaden efectos de disparidades interregionales. El polo industrial modifica su medio geográfico inmediato e incluso puede llegar a modificar la estructura entera de la economía (Perroux, 1964).

La economía se presenta así como una "combinación de conjuntos relativamente activos (industrias motrices, polos de industrias y de actividades geográficamente aglomeradas) y conjuntos relativamente pasivos (industrias movidas, regiones dependientes de los polos geográficamente aglomerados, etc.). Los primeros inducen fenómenos de crecimiento sobre los segundos" (Perroux, 1964, p. 166).

1.3. La teoría de los clusters

Michael Porter (1998) define "clusters" como "aglomeraciones geográficas de empresas, proveedores, prestadores de servicios e instituciones asociadas a un campo particular". Sus características principales son la proximidad de las actividades individuales en términos geográficos y de creación de valor (Ketels, 2007).

Estos agrupamientos pueden extenderse aguas abajo hasta la distribución y clientes y lateralmente, hasta los fabricantes de productos complementarios y empresas relacionadas por sus capacidades, tecnologías e insumos compartidos. Asimismo, muchos clusters incluyen también organismos públicos e instituciones - universidades; agencias de estandarización; cámaras empresariales; centros de capacitación, etc. - que abastecen con educación, entrenamiento, capacitación, información y asistencia técnica (Porter, 1998).

El cluster representa una forma alternativa de organizar la cadena de valor⁶ y por lo tanto disminuye los problemas derivados de relaciones aleatorias pero sin imponer la inflexibilidad propia de la integración vertical ni establecer vínculos formales propios de las alianzas entre empresas. Los clusters promueven la capacidad competitiva a través de: a) aumento de la productividad de las empresas localizadas en el mismo; b) fijando

⁶ La cadena de valor clasifica las actividades que generan valor agregado en una organización en dos tipos: las actividades primarias (logística interna, producción, logística externa, marketing y ventas y servicios de post venta) y las actividades de apoyo o auxiliares (infraestructura de la empresa, gestión de recursos humanos, desarrollo de tecnología y compras). La cadena de valor permite identificar las actividades o competencias únicas que podrían ser fuente de ventajas competitivas sustentables en el tiempo.

el rumbo e intensidad del proceso de innovación y c) estimulando la formación de nuevas empresas (Porter, 1998).

Porter (1990) destaca la importancia que reviste para el desempeño de una aglomeración la existencia de factores productivos de calidad —entre ellos los recursos naturales—; la diversidad y el vigor de las relaciones funcionales entre las empresas; el contexto de competencia interna y externa en que se mueven; las exigencias de los consumidores y la complementariedad de las políticas públicas. Estos factores, en conjunto, explican la formación de aglomeraciones y su grado de madurez, es decir, la profundidad de las interconexiones, la persistencia temporal y la capacidad de innovación propia. De esa manera, la competitividad de una empresa es potenciada por la del grupo de empresas y actividades que constituyen la aglomeración (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2005).

Estas relaciones pueden observarse en el “diamante de Porter”, conformado por los siguientes determinantes: a) estrategia, estructura y rivalidad de las empresas; b) condiciones de la demanda; c) industrias y actividades conexas y de apoyo y d) condiciones de los factores. A estos se agregan dos variables exógenas: el Estado y los hechos fortuitos que influyen sobre los otros determinantes (Porter, 1990).

La formación de un sector local normalmente se desencadena a partir de alguno de los determinantes mencionados. Por ejemplo, una ventaja inicial en los factores de producción, aporta frecuentemente la semilla de un sector internamente competitivo, o de un sector predecesor en el agrupamiento. La disponibilidad local de factores, sobre todo de factores naturales, es lo que suele atraer la atención hacia un sector (Porter, 1990).

A mediados de los años noventa la CEPAL comenzó a utilizar una definición muy semejante a la propuesta por Porter. Ramos (1999) define complejo productivo o cluster como una concentración sectorial y/o geográfica de empresas que se desempeñan en las mismas actividades o en actividades estrechamente relacionadas —tanto hacia atrás, hacia los proveedores de insumos y equipos, como hacia adelante y hacia los lados, hacia industrias procesadoras y usuarias así como a servicios y actividades estrechamente relacionadas— con importantes y cumulativas economías externas, de aglomeración y especialización (por la presencia de productores, proveedores y mano de obra especializada y de servicios anexos específicos al sector) y con la posibilidad de llevar a cabo una acción conjunta en búsqueda de eficiencia colectiva.

Desde la óptica de la CEPAL, el desarrollo acelerado de América Latina y el Caribe, una región rica en recursos naturales, dependerá de la rapidez con que aprenda a industrializar y a procesar sus recursos naturales, así como a desarrollar las actividades proveedoras de insumos, servicios de ingeniería y equipos. Es decir, un desarrollo basado no tanto en la extracción de recursos naturales, sino a partir de los recursos naturales y las actividades que naturalmente tienden a formarse y aglutinarse en torno a ellos (los complejos productivos o clusters).

Los clusters pueden tomar diferentes formas. Algunos están organizados en torno a grandes empresas que han atraído a lo largo del tiempo una red de proveedores y prestadores de servicios. Otros son grupos de pequeñas y medianas empresas que han sido capaces de superar las desventajas de su tamaño a través de la colaboración activa. Otros se caracterizan por pequeñas empresas de reciente creación que se han desarrollado en torno a una universidad o institución de investigación (Ketels, 2007).

1.3.1. Clusters basados en cadenas de valor o redes: filières

Jacobs y De Man (1995) citados por Tedesco (2006) distinguen tres tipos de clusters:

- a) Regional: industrias espacialmente concentradas.
- b) Sectorial: sectores o grupos de sectores.
- c) Cadenas o redes: cadenas de producción.

Estas definiciones de clusters se basan en dos enfoques principales: a) clusters basados en similitud y b) clusters basados en interdependencia. El primero parte del supuesto que las actividades se agrupan debido a la necesidad de tener condiciones similares en cuanto a accesos al mercado de trabajo calificado, a proveedores especializados, a instituciones de investigación, etc. En tanto, el segundo, se focaliza en la cadena de valor. La cadena de valor de una empresa forma parte de una corriente de actividades que Porter (1990) denomina "sistema de valor". Este sistema agrega las distintas cadenas de valor de los diferentes agentes que actúan en un sector. El valor de la empresa se ve enriquecido por las cadenas de valor de los proveedores y distribuidores, hasta llegar a la cadena de valor de los clientes o compradores. Los enlaces que crean interdependencias entre estas cadenas son fuente de ventajas competitivas (Bueno Campos, 1996).

El concepto de sistema de valor se asemeja al de filière o rama industrial integrada. La noción de filière cobra relevancia en la década del '70 y sugiere la idea de "sucesión", de

encadenamiento de actividades que culminan con la puesta a disposición de un bien al consumidor final, situado en el extremo del proceso (Bueno Campos, 1996).

1.3.2. Clusters en petroquímica y química: la experiencia Europea

En los últimos años Europa ha visto amenazada su posición en el sector petroquímico y químico como consecuencia de la proliferación de proyectos y de la puesta en marcha de capacidad adicional en Medio Oriente y Asia (Anderton, 2008).

Con el objetivo de afrontar exitosamente los retos competitivos de un mercado cada vez más volátil, las inversiones estuvieron orientadas a consolidar y fortalecer la industria, construyéndose sólo un número reducido de plantas a escala mundial. En la actualidad, Europa se caracteriza por el alto grado de integración operacional como consecuencia de que la producción en este sector se encuentra organizada en clusters (Anderton, 2008). Algunos de ellos se encuentran radicados en una localización específica donde actúan distintas empresas, mientras que otros pertenecen a una única empresa (como es el caso de BASF en Ludwigshafen). BASF fue uno de los precursores del concepto de cluster a partir de la noción de *Verbund* (unión), tal como lo practica en sus emplazamientos. El primer *Verbund* se implementó en Ludwigshafen, conectando las plantas de producción para ahorrar recursos y energía. De este modo, las cadenas de valor agregado se forman con plantas que utilizan y proveen materia prima al mismo tiempo (Uctas, 2007 10-16 septiembre).

Por otra parte, existen clusters que abarcan distintas localizaciones como es el caso de Chemsite en Alemania, en la región del Ruhr. Este cluster abarca siete localizaciones, conectadas entre sí por medio de ductos, vías ferroviarias y rutas. Chemsite comenzó a operar hace diez años como una asociación público/privada con el objetivo de atraer nuevas inversiones en la región. Cada sitio es en sí un minicluster, una propuesta para que los inversores se beneficien de "una infraestructura sofisticada", así como de las materias primas disponibles.

Los clusters químicos más grandes tienden a ser multisitio, conectando empresas localizadas en diferentes lugares dentro del perímetro del cluster, como Chemsite y CeChemnet en Alemania, y NEPIC⁷ en el Reino Unido (Uctas, 2007 10-16 septiembre).

⁷ En 2005 se fusionaron los clusters Teesside Chemical Initiative y Pharmaceutical and Specialty Cluster creando el NEPIC (North East Process Industry Cluster), conformado por 200 empresas químicas que van desde productores de petroquímicos a granel a productores de especialidades y biotecnología.

La localización resulta vital y explica el éxito de clusters como los de Amberes, Rotterdam, ChemSite y NEPIC, todos localizados en puntos clave cerca de los centros logísticos.

1.3.3. Clusters en petroquímica y química: la experiencia Brasileña

En los últimos años la industria petroquímica brasileña ha experimentado un importante proceso de consolidación. Con el objetivo de ampliar la competitividad de toda la cadena productiva ha integrado los activos existentes, obteniendo importantes beneficios a partir de significativas economías de escala, sinergias y una mayor capacidad para realizar inversiones en investigación y desarrollo⁸.

Estos movimientos representan un paso clave en la reestructuración de la industria petroquímica. La estructura de propiedad existente era el legado de una decisión del Estado, 30 años atrás, de expandir el sector a partir de un modelo tripartito bajo el cual las compañías eran propiedad de Petrobras, de una empresa de capitales nacionales y de un proveedor de tecnología internacional (Jagger, 2007).

El primer paso fue la formación de Braskem en el año 2002, cuando los grupos Odebrecht y Mariani integraron sus activos petroquímicos a Copene Petroquímica do Nordeste S.A. (antigua central de materias primas petroquímicas del polo de Camaçari, en Bahia). Así surgió la primera petroquímica integrada del país, esto es, que combina operaciones de la primera (cracker) y de la segunda generación (poliolefinas) de la cadena productiva del plástico, en una única empresa⁹.

Durante 2008, se incorporaron también Petroquímica Paulinia, Políteno, Ipiranga Petroquímica y Copesul e incluirá en el futuro probablemente a Petroquímica Triunfo. Con ello, Braskem da un paso determinante en la consolidación del sector y acelera su proyecto estratégico de situarse entre las diez petroquímicas globales más grandes.

Ese mismo año se formó Quattor, empresa controlada por Petrobras (40%) y el grupo privado local Unipar (60%), a partir de la unión de activos de Río Polímeros (Riopol), Suzano Petroquímica (adquirida a finales de 2007 por Petrobras), Petroquímica Uniao (PQU), Polietilenos Uniao y Unipar División Química¹⁰.

⁸ Petrobras, Petroquímica, Norquímica, Odebrecht y Braskem, comunicado de prensa, 30 de Noviembre, 2007.

⁹ <http://www.braskem.com.br>

¹⁰ Petrobras, Suzano Petroquímica, PQU y Unipar, comunicado de prensa, 11 de Junio, 2008.

A principios de 2010 Braskem adquiere el 60% de Quattor (en manos de Unipar). Con la integración entre la 1^o y 2^o generación petroquímica, las 26 plantas de Braskem, ubicadas en cinco Estados (São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Bahia y Alagoas), tendrán capacidad para procesar 5,5 millones de t/año de resinas. Esto la posicionará como la mayor empresa petroquímica de América en capacidad de resinas termoplásticas¹¹.

Por último, cabe mencionar que Petrobras, junto con el grupo nacional Ultra y el Banco de Desarrollo Brasileño se asociaron para formar el complejo petroquímico Comperj, localizado en Río de Janeiro. El complejo fue concebido como un proyecto para agregarle valor a las reservas de crudo pesado Marlim. Las refinerías locales fueron construidas para procesar crudo liviano, lo que obligó a Petrobras a vender el crudo Marlim con importantes descuentos en el mercado internacional.

El proyecto incluye unidades de producción de petroquímicos de primera y segunda generación y se estima que estará completamente operativo hacia el año 2014. Petrobras constituyó 6 sociedades anónimas en Rio de Janeiro, subsidiarias integradas:

- Comperj Participações S.A.: Sociedad de Propósito Específico que mantendrá las participaciones de Petrobras en las sociedades productoras de Comperj;
- Comperj Petroquímicos Básicos S.A.: Sociedad productora de petroquímicos básicos;
- Comperj PET S.A.: Sociedad productora de PTA/PET;
- Comperj Estirênicos S.A.: Sociedad productora de estireno;
- Comperj MEG S.A.: Sociedad productora de etilenoglicol y óxido de eteno;
- Comperj Poliolefinas S.A.: Sociedad productora de poliolefinas (PP/PE).

Petrobras mantendrá en principio el 100% del capital total y con derecho a voto de esas empresas. Con la formación de las mismas, Petrobras abrirá el complejo a la entrada de socios potenciales¹². Los recientes movimientos de consolidación de la industria petroquímica brasileña tienen como consecuencia una mayor concentración horizontal del sector (a través de la consolidación de firmas), pero también un incremento de la integración vertical aguas arriba.

¹¹ Braskem, comunicado de prensa, 22 de enero, 2010.

¹² <http://www.comperj.com.br>

2. Complejo industrial en torno a los líquidos del gas natural

Dentro del complejo industrial en torno a los líquidos del gas natural se pueden identificar las siguientes etapas productivas: a) petróleo y gas y b) petroquímica. El primer eslabón incluye la extracción y acondicionamiento/tratamiento del gas natural.

La industria petroquímica se divide en básica, intermedia y final. El etileno y el propileno obtenidos del proceso de *steam cracking* constituyen petroquímicos básicos a partir de los cuales se pueden obtener productos intermedios tales como óxido de etileno y óxido de propileno y productos finales, tales como polietileno y polipropileno, respectivamente.

La localización del complejo en Punta Loyola¹³ se ve favorecida por la confluencia en la zona de los oleoductos que transportan la materia prima desde los yacimientos; la posibilidad de utilizar el agua del río Gallegos para fines industriales y las características operativas del puerto.

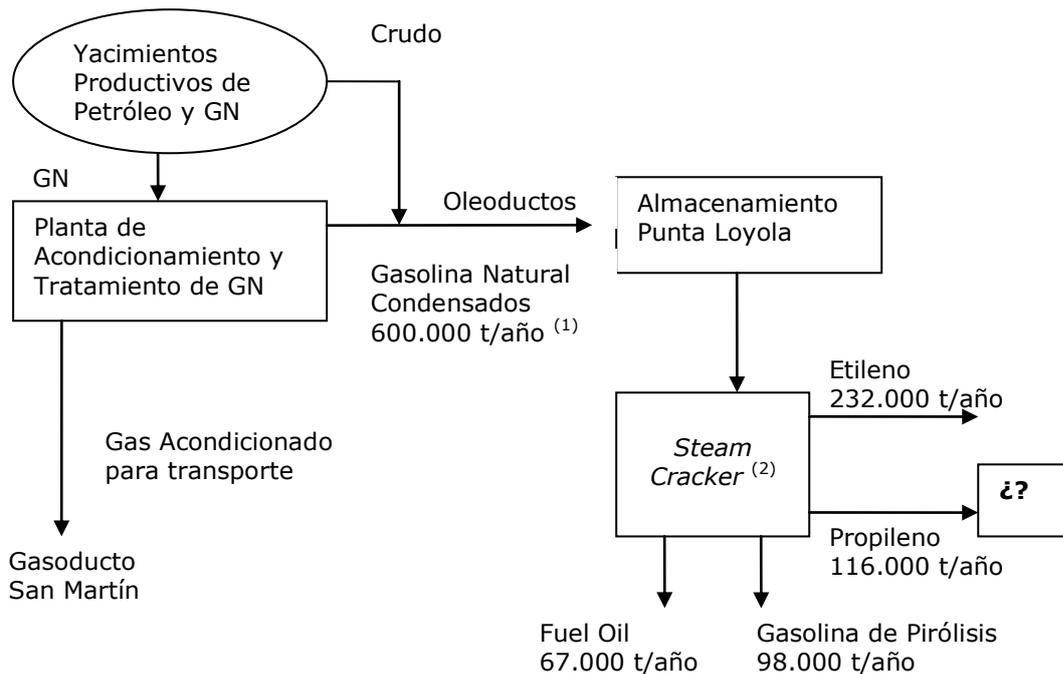
El Muelle de Punta Loyola comenzó sus operaciones con el movimiento de petróleo en 1982, iniciándose el movimiento de la producción de carbón en 1996. Este muelle carbonero-petrolero pertenece a Yacimientos Carboníferos Río Turbio (YCRT) y es administrado conjuntamente con Petrobras. Se encuentra ubicado a 15 km al este de la ciudad de Río Gallegos, de la que dista 36 km. a través de las Rutas Nacionales N° 3 y N° 40¹⁴.

En la Figura se representa cómo quedaría conformado el complejo productivo mediante un sistema de valor o filière, a través del cual se puede observar las distintas etapas y eslabonamientos.

¹³ Tres millas al Sur de cabo Buen Tiempo, se encuentra la boca del río Gallegos, de 2,5 millas de ancho, abarcada entre Punta Bustamante y Punta Loyola. A la parte de este río comprendida hasta 8 millas al Oeste de su desembocadura, se designa con el nombre de puerto Río Gallegos. Sobre la Ría existen tres muelles: Muelle El Turbio y Fiscal, (ubicados frente a la ciudad de Río Gallegos) y Muelle Presidente Illia (ubicado en Punta Loyola).

¹⁴ <http://www.santacruz.gov.ar>

Figura 1: El Complejo Productivo



Nota: ⁽¹⁾ Volumen de condensados y gasolinas estimado a partir de los datos del Instituto Argentino del petróleo y del Gas (IAPG).

⁽²⁾ Los rendimientos del Steam Cracker corresponden a la tecnología *Selective Cracking Optimum Recovery (SCORE)* desarrollada por KBR.

Fuente: Elaboración propia

2.1. Eslabones gasíferos

Los gases naturales se encuentran en yacimientos similares a los petrolíferos, pudiendo estar solos o asociados al petróleo. Cuando se encuentran junto al petróleo se denomina "asociados", conteniendo importantes proporciones de propano y butanos, hidrocarburos más pesados. Cuando estas son pequeñas y no se producen condensaciones al comprimirlos para transportarlos bajo presión, se denominan secos, mientras que en caso contrario, se denominan húmedos¹⁵.

La Resolución del Enargas 622/1998 reglamenta la calidad del gas natural en todos sus aspectos, planteando la necesidad de acondicionarlo y tratarlo antes de ingresar al sistema de transporte.

2.1.1. Acondicionamiento (Deshidratación/ Desgasolinaje)

En general, los gases naturales no se pueden utilizar tal como son extraídos de los yacimientos. Se encuentran acompañados de vapor de agua, el cual se debe extraer antes de su utilización, dando lugar a una operación denominada "**deshidratación o**

secado". En otras circunstancias, la mezcla de hidrocarburos posee pentanos y superiores, siendo necesaria su eliminación y determinando otra operación conocida como **"desgasolinaje"**.

Para que la gasolina natural pueda ser transportada por camión tanque es necesario **estabilizarla**, ya que contiene una fracción de propano y butano, lo cual puede generar vapores peligrosos. Si la gasolina es transportada por oleoducto no se requiere su estabilización y se envía directamente a una unidad central donde se mezcla con el crudo.

2.1.2. Tratamiento (eliminación de contaminantes)

Asimismo, se deben eliminar componentes no deseados tales como el CO₂ y el H₂S, dados los problemas de corrosión que se producen en los sistemas de transporte y utilización.

Estas plantas de acondicionamiento/tratamiento se ubican en el propio yacimiento, en la cabecera del gasoducto, y es responsabilidad del "productor" realizar las operaciones necesarias para cumplir con las especificaciones que debe tener el gas natural para poder ser transportado. En algunos casos estas operaciones son realizadas por otra empresa que trabaja a façon (los condensados/gasolinas se devuelven físicamente al operador quien generalmente lo mezcla con el crudo). Los contratos de venta de gas natural se hacen para gas en especificación¹⁶.

El complejo aquí analizado utilizaría como materia prima básica los líquidos del gas natural (gasolina natural y condensados) provenientes de los principales yacimientos productivos de la Cuenca Austral, Provincia de Santa Cruz. Las distintas fuentes de datos consultadas¹⁷ presentan diferencias en cuanto al volumen de gasolina y condensados extraídos en la provincia (principalmente porque no existe un criterio único para clasificar los productos), con lo cual no se puede calcular con exactitud el volumen de materia prima disponible en la región.

¹⁵ <http://www.energia3.mecon.gov.ar>

¹⁶ A. Couto, comunicación personal, 29 de septiembre, 2009

Tabla 1: Producción de Líquidos del Gas Natural en Santa Cruz (en toneladas)

Año	Condensado	Gasolina	Total
2003	722.752	102.720	825.472
2004	596.159	96.443	692.602
2005	553.358	87.862	641.220
2006	582.268	107.418	689.686
2007	533.370	45.291	578.661

Fuente: IAPG.

Cabe señalar que, si bien para el cálculo se considera el volumen informado para el total de la provincia, no siempre es factible captar la materia prima y trasladarla hasta el sitio de radicación de la planta, con lo cual el volumen efectivamente aprovechable puede resultar inferior. Se supone que la materia prima disponible oscilaría entre 500.000 y 700.000 t/año.

En el plano que se presenta en el Anexo I se identifican los principales yacimientos productivos¹⁸ y el oleoducto que conecta cada uno de los yacimientos con Punta Loyola. Actualmente los líquidos son exportados junto con el crudo, funcionando el puerto como eslabón último de las empresas que operan aguas arriba.

2.2. Eslabones petroquímicos

La existencia de materia prima disponible en la región constituye la condición inicial para la gestación de eslabonamientos hacia adelante. La primera fase del complejo en sí comenzaría con la producción de etileno y propileno, insumos básicos para la elaboración de los productos intermedios y finales que se obtendrían en las etapas posteriores.

Si se considera la tecnología *Selective Cracking Optimum Recovery (SCORE)* desarrollada por *KBR*¹⁹ para el *steam cracker*, los rendimientos globales (con reciclaje) son los siguientes:

¹⁷ Secretaría de Energía de la Nación, Secretaría de Energía de la Provincia e Instituto Argentino del Petróleo y del Gas [IAPG].

¹⁸ Barda Las Vegas, Campo Boleadoras Oeste, campo Indio, Condor, Estancia la Maggie, La Paz, La Porfiada, María Inés, Puesto Meter, Aries-Aries Norte. La mayoría operados por Petrobras Energía S.A.

¹⁹ KBR cuenta con más de 140 proyectos de etileno y propileno en el mundo. Desde 1990 ha participado en 21 proyectos nuevos con capacidades de hasta 1,5 millones de toneladas de etileno por año.

Tabla 2: Rendimientos globales del steam cracker

Producto	t/año	t/t de etileno	Rendimiento
Etileno	231.542	1,00	36,73%
Hidrógeno	2.646	0,01	0,42%
Fuel Oil y Residuos	66.712	0,29	10,58%
Corte C4	1.297	0,01	0,21%
Gasolina de Pirólisis	98.073	0,42	15,56%
Propileno	116.086	0,50	18,42%
Gas rico en metano	113.962	0,49	18,08%
			100,00%

Fuente: SRI, *Process Economic Program (PEP) yearbook*, 1998.

Dada la tecnología y la materia prima disponible es posible obtener 116.000 t/año, volumen que podría atraer inversiones aguas arriba. En el presente trabajo se identifican las distintas alternativas para procesar el propileno, contribuyendo a delinear en parte el complejo industrial. La configuración final y las interrelaciones que se puedan generar exceden los objetivos de este trabajo.

CAPÍTULO 2 | Mercado de Propileno

1. Mercado mundial

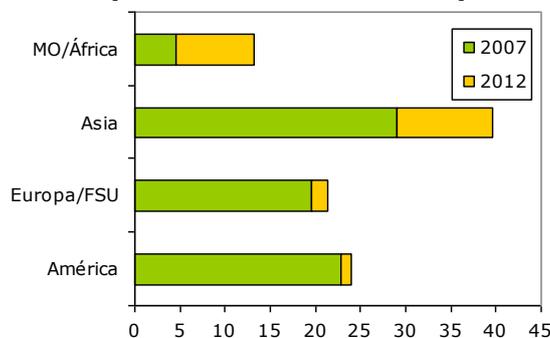
1.1. Oferta

El propileno se obtiene mayoritariamente como co-producto de la producción de etileno en *steam cracker* (64%) y a partir de la corriente gaseosa del proceso de FCC (*fluid catalytic cracking*) de las refinerías (30%). En los últimos años puede producirse comercialmente “*on purpose*” a partir de la deshidrogenación de propano, metatesis²⁰ y craqueo de olefinas, metanol a propileno (MTP), entre otros procesos. Sin embargo estas tecnologías continúan siendo caras y requieren un precio muy favorable de la materia prima para ser competitivas. Es por esta razón que los proyectos con estas nuevas tecnologías se localizan principalmente en Medio Oriente (Tallman y Eng, 2008).

En 2007 la producción mundial de propileno ascendió a 69 millones de toneladas aproximadamente y la tasa de operación fue de alrededor del 90%. Se espera que la producción alcance en 2012 los 89,5 millones de toneladas (Chuck Carr, 2008).

La capacidad instalada totalizó 76 millones de toneladas. Medio Oriente y África representaron sólo el 6% de la capacidad mundial de producción de propileno. Sin embargo, en los próximos 5 años, el 38% de la nueva capacidad de propileno se instalará allí. Más de 8 millones de toneladas anuales de capacidad se adicionarán en Medio Oriente, incrementando la participación de ambas regiones al 13% (Chemical Market Associates, INC [CMAI], 2008).

Gráfico 1: Capacidad de producción de propileno por región geográfica (en millones de toneladas)



Fuente: CMAI, 2008.

²⁰ Se trata de un tipo de conversión de olefinas. El proceso permite obtener propileno reaccionando etileno con 2-butileno. La viabilidad económica de esta tecnología es extremadamente sensible a la relación de precios propileno/etileno.

Si bien Medio Oriente no cuenta con la misma ventaja en costos en propileno que en etileno, tendrá un impacto significativo en el mercado mundial de propileno debido a la fuerte inversión en tecnologías "on-purpose" (CMAI, 2008).

La capacidad adicional se concentrará en Arabia Saudita donde se estima que cerca de 4 millones de toneladas anuales habrían entrado en operación en 2008-2009. Esta nueva capacidad incluirá un volumen significativo de propileno generado en *steam crackers*, pero más de la mitad se producirá a través de rutas "on purpose" (CMAI, 2008).

En cuanto a otros países de Medio Oriente, Abu Dhabi está desarrollando la mayor unidad de metatesis del mundo, la cual se pondría en marcha en 2010. También comenzará a operar en 2012 una unidad en Qatar (CMAI, 2008).

En África, la compañía *Oriental Petrochemicals* está construyendo una planta integrada de deshidrogenación de propano-polipropileno en Egipto que entraría en operación en 2010. La capacidad de la misma asciende a 350.000 toneladas anuales (CMAI, 2008).

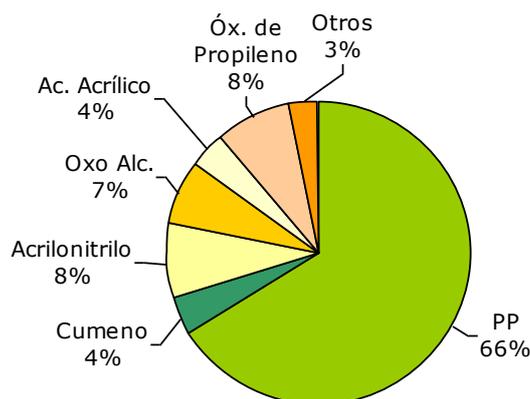
1.2. Demanda

En 2007 la demanda mundial de propileno totalizó aproximadamente 69 millones de toneladas. Desde el año 2002 la demanda creció al 4-5% anual, excepto en el año 2005 en que la tasa de crecimiento registró un valor cercano al 2,5%.

Según estimaciones de CMAI la demanda de propileno crecerá a una tasa promedio del 5% durante el periodo 2008-2012 impulsada principalmente por el mayor consumo de polipropileno (Chuck Carr, 2008). El SRI prevé tasas similares de crecimiento para esos años, pero espera que disminuya al 3,8% anual en el periodo 2012-2017.

Del total de propileno consumido en 2007 el 10% fue grado refinería, el 26% grado químico y el 64% grado polímero. El polipropileno es el principal derivado (66% del propileno consumido), seguido en menor proporción por el óxido de propileno y el acrilonitrilo.

Gráfico 2: Estructura del mercado de propileno GQ/GP



Fuente: Chuck Carr, 2008.

Las principales regiones de consumo son América del Norte (41%), Asia (25%) y Europa (23%) (Secretaría de Energía de México [SENER], 2007).

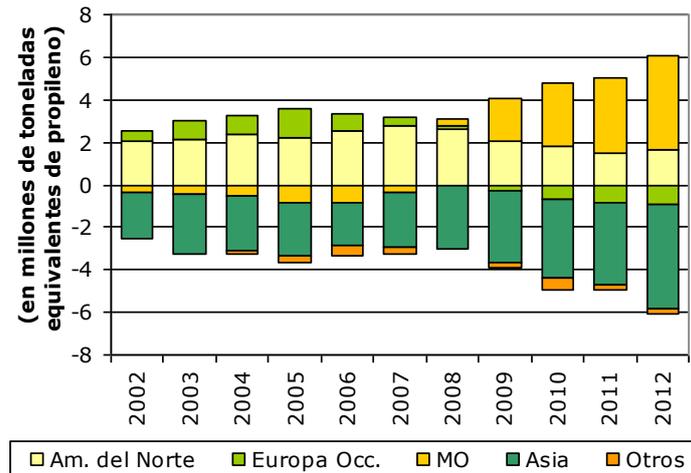
1.3. Balance de Oferta y Demanda

La capacidad adicional de *steam cracking* y FCC no alcanzará el ritmo de crecimiento de la demanda de propileno, especialmente si se tiene en cuenta que la mayor parte de los *steam crackers* se instalarán en Medio Oriente y se alimentarán predominantemente de etano, disminuyendo en consecuencia el porcentaje de propileno obtenido (Tallman y Eng, 2008). Sin embargo, si las plantas con tecnología "on purpose" entran en operación según lo programado, el mercado quedaría balanceado.

1.4. Comercio Internacional

En los próximos años se espera que se incremente el comercio del propileno y sus derivados debido fundamentalmente a la incorporación de capacidad de producción en Medio Oriente orientada a la exportación. La mayor parte de la producción de dicha región se destinará a Asia, principalmente China (CMAI News, 15 de noviembre, 2007).

Si bien Estados Unidos mantendrá una posición importante en el mercado mundial de estos productos, declinará su participación como exportador, en tanto que Europa Occidental se convertirá en importador neto.

Gráfico 3: Balanza comercial derivados del propileno por región geográfica

Fuente: Zinger, 2008.

1.5. Precios

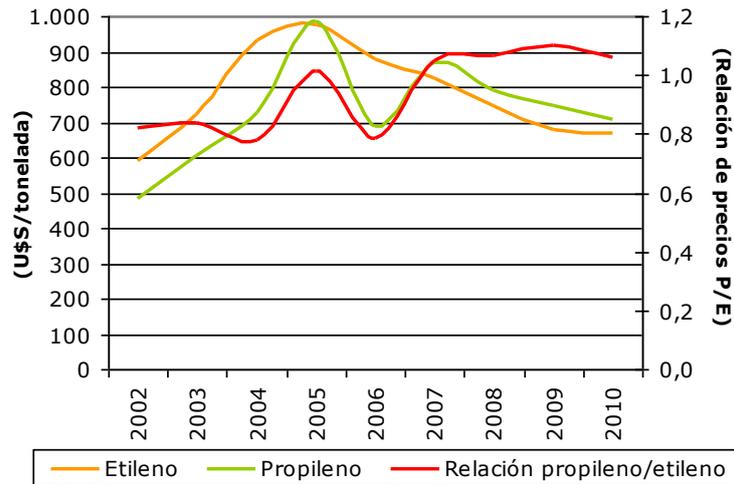
Los precios del etileno y del propileno se mantuvieron en niveles récord hasta fines de 2008 debido a los altos precios de la energía y de la materia prima. En cuanto al precio del propileno, el incremento registrado también se explica por el desbalance existente entre oferta y demanda.

Hasta hace unos años el propileno era más barato que otras materias primas porque se obtenía como co-producto de la producción de etileno en *steam cracker* o a partir del proceso de FCC de las refinerías.

Sin embargo, la demanda de propileno ha crecido más rápidamente que la de etileno y las inversiones en nuevos *steam crackers* no han significado un crecimiento adecuado de la oferta de propileno. Además, muchos de los *steam crackers* instalados en Medio Oriente utilizan etano como materia prima, produciendo una cantidad insignificante de propileno. Por otra parte, si bien podría recuperarse una mayor cantidad de propileno en las refinerías, las inversiones en nuevas refinerías no se han adaptado al crecimiento que experimentó la demanda de propileno (ICIS, 2007a).

Históricamente, la relación de precios entre propileno y etileno en Europa Occidental y América del Norte osciló entre 0,7 y 0,8. Sin embargo, como la producción de propileno ha sido absorbida por la mayor tasa de crecimiento de los derivados del propileno respecto de los derivados del etileno, la relación de precios alcanzó valores cercanos a 1 (ICIS, 2007a). Esto constituye un incentivo adicional para crackear hidrocarburos que permitan obtener mayor proporción de propileno.

Gráfico 4: Precio del etileno y del propileno



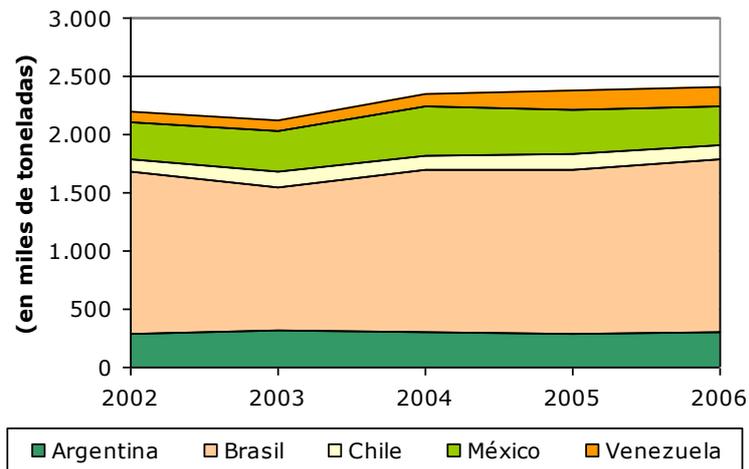
Nota: Dato 2008, 2009 y 2010 estimado.
Fuente: Chuck Carr, 2008.

2. Mercado Regional²¹

2.1. Oferta

En 2006 la producción de propileno en la región totalizó 2,3 millones de toneladas, siendo 1,37% mayor respecto al año anterior. Al igual que sucede con la oferta de etileno, Brasil concentra el 60% de la producción regional.

Gráfico 5: Producción de propileno en América Latina



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Anuario Petroquímico Latinoamericano 2007/2008.

La capacidad instalada en 2006 totalizó aproximadamente 2,8 millones de toneladas y la tasa de operación fue de alrededor del 80%.

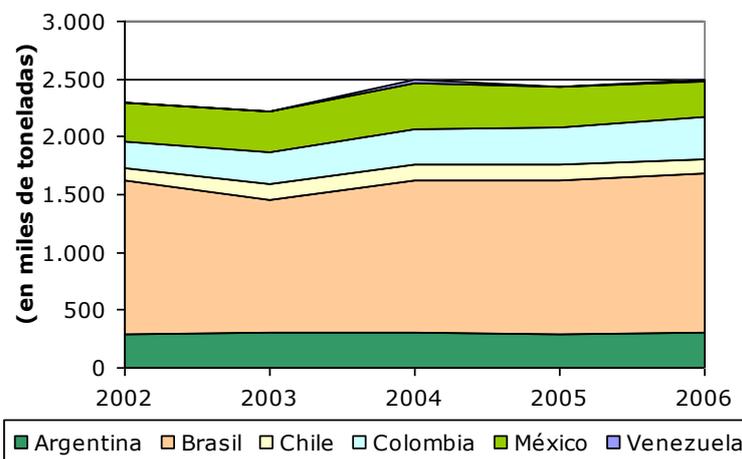
²¹ El análisis del mercado regional se realiza en base a las estadísticas presentadas en el Anuario Petroquímico Latinoamericano 2007/2008 de la Asociación Química y Petroquímica Latinoamericana [APLA]. Los países incluidos en el análisis son: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, Perú, Uruguay y Venezuela.

2.2. Demanda

En 2006 el consumo de propileno en la región fue de 2,5 millones de toneladas aproximadamente, sólo un 0,14% mayor que en 2005. En el periodo 1999-2006, la tasa de crecimiento promedio anual del consumo de propileno fue de alrededor del 4%. Según las previsiones realizadas por Nexant, crecerá al 6-7% hasta el año 2010 (Swanson, 2008).

Los principales países consumidores son Brasil, Argentina y México, siendo responsables del 80% de la demanda. Es importante señalar que Uruguay y Perú no producen ni consumen propileno, importando completamente los productos derivados de este petroquímico.

Gráfico 6: Consumo aparente de propileno en América Latina



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Anuario Petroquímico Latinoamericano 2007/2008

2.3. Balance de Oferta y Demanda

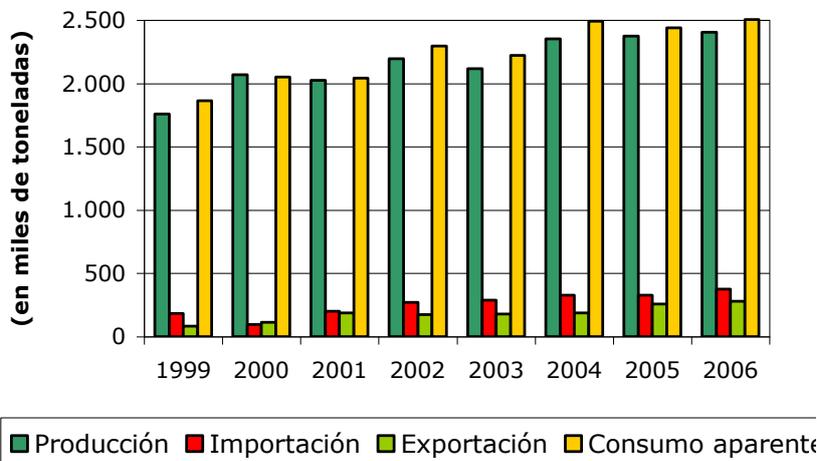
Si se verifican las tasas de crecimiento proyectadas, hacia el año 2012 la demanda de propileno será de 3,3 millones de toneladas aproximadamente. De no ampliarse la capacidad instalada existente, la región registrará un déficit creciente de este petroquímico en los próximos años.

2.4. Comercio Internacional

El intercambio internacional de este petroquímico se realiza fundamentalmente a través de sus derivados. En efecto las exportaciones representaron en 2006 cerca del 12% de la producción. Brasil y Venezuela dan cuenta del 80% de las exportaciones. Argentina es un

importador neto de este producto. Colombia importa la totalidad del propileno que consume internamente.

Gráfico 7: Producción, importación, exportación y consumo de propileno en América Latina



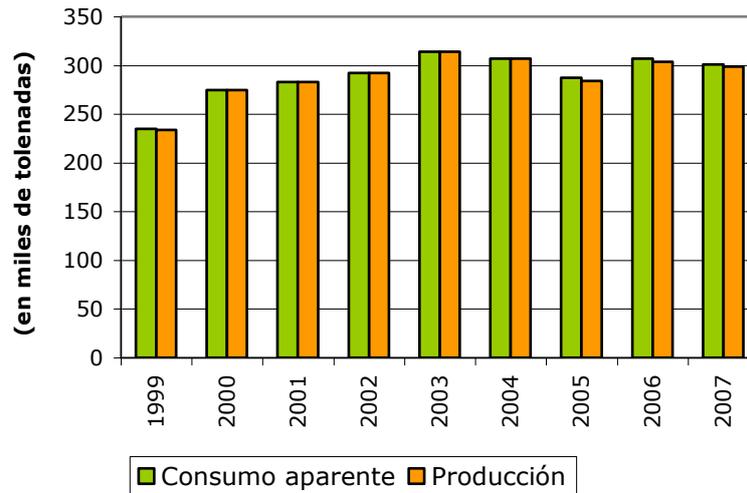
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Anuario Petroquímico Latinoamericano 2007/2008.

3. Mercado Nacional

La producción de propileno en 2007 fue de 298.000 toneladas, un 1,6% inferior respecto del año anterior. En el último año el volumen producido mediante el proceso FCC de refinerías representó el 88% del total. La totalidad de la producción se destina al mercado interno, completándose la oferta local con importaciones (3.000 toneladas en 2007).

El consumo interno de propileno en 2007 fue de 301.000 toneladas, un 1,85% menor que en 2006. El polipropileno constituye el principal mercado de este producto (93% del propileno consumido), seguido por el isopropanol. Los otros derivados, como acrilonitrilo, cumeno, óxido de propileno, actualmente se importan en su totalidad.

Si el consumo de propileno local se incrementa en los próximos años a la tasa proyectada para América Latina y no se amplía la capacidad de refinación de crudo nacional, el déficit de este petroquímico ascendería a 100.000 toneladas en 2012 y a 177.000 toneladas en 2015. Actualmente, la inestabilidad jurídica y la escasez de energía y gas natural son los principales obstáculos para realizar inversiones en el sector (Instituto Petroquímico Argentino [IPA], 2008a).

Gráfico 8: Producción y consumo aparente de propileno en Argentina

Fuente: Elaboración propia en base a Información Estadística de la industria Petroquímica y Química de la Argentina, 2008.

4. Resumen

La siguiente tabla resume el balance de oferta y demanda a nivel mundial, de América Latina y Argentina, actual y proyectado.

Tabla 3: Resumen balance de oferta y demanda

Mercado	Actual		Proyectado (2012)	
	<i>(en miles de toneladas)</i>		<i>(en miles de toneladas)</i>	
	Oferta	Demanda	Oferta	Demanda
Mundial	69.000	69.000	89.500	88.000
Regional	2.300	2.500	2.800 ⁽¹⁾	3.300
Nacional	298	301	298 ⁽²⁾	400

Nota: ⁽¹⁾ Se supone que la capacidad de producción permanece constante, pero aumenta la tasa de operación al 100%. ⁽²⁾ Se supone constante la producción local.

Fuente: elaboración propia.

La instalación de un cracker base líquidos como el que oportunamente se analizó contribuiría a resolver el déficit local de propileno y, por lo tanto, de sus derivados. Como se mencionó en el capítulo anterior, dada la tecnología y la materia prima disponible, es posible obtener 116.000 t/año de este petroquímico, volumen que podría satisfacer la escala mínima necesaria para que resulte atractiva la inversión en otro sector aguas arriba.

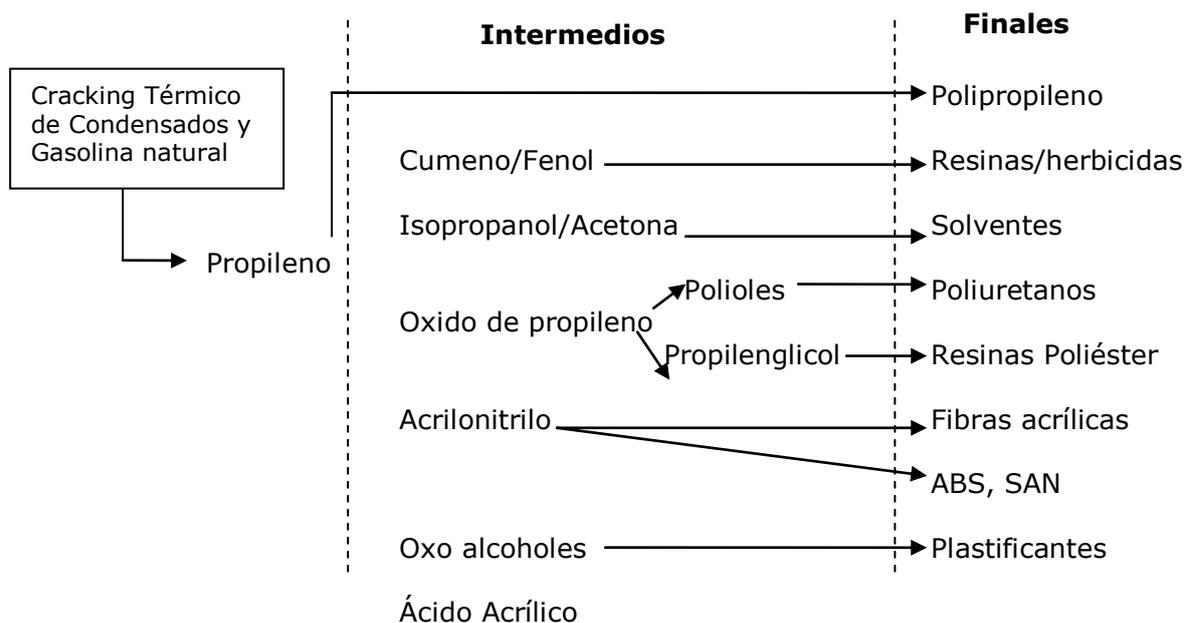
CAPÍTULO 3 | Derivados del propileno: Oportunidades de negocio

1. Principales derivados del propileno

En la Figura se presentan los principales productos derivados del propileno. Las ramificaciones dan cuenta de la cantidad de productos intermedios y finales que se pueden obtener de este petroquímico básico. De izquierda a derecha aumenta el valor agregado de los mismos.

Como se mencionó anteriormente, en este trabajo está implícita la idea de agregar las cadenas de valor de distintos actores (actuales o potenciales), es decir, el encadenamiento de actividades que culminarían con la puesta a disposición de un bien al consumidor final en el extremo del proceso.

Figura 2: Derivados del propileno



Fuente: Friedlander, 2007.

A continuación se analiza para cada alternativa las tendencias del mercado mundial, el tamaño del mercado regional y nacional, y las tecnologías de producción comercialmente disponibles con el fin de determinar la escala mínima de producción así como también los requerimientos de materias primas.

Para dimensionar el mercado nacional y regional de cada uno de estos productos se utilizan las estadísticas nacionales proporcionadas por el IPA (Instituto Petroquímico

Argentino) y el anuario de APLA (Asociación Petroquímica Latinoamericana), única fuente de estadísticas petroquímicas homogéneas en América Latina. A nivel mundial existen varias fuentes de información (SRI, Chemical Marketing Report, Chemical News, Hydrocarbon Processing, ICIS, etc.). Cabe señalar que sólo puede accederse a ellas previo pago de un arancel.

2. Polipropileno

2.1. Tendencias del mercado mundial

En 2007 la capacidad instalada mundial de polipropileno (PP) totalizó 49 millones de toneladas anuales y, según estimaciones de CMAI, en 2012 alcanzará 68,2 millones de toneladas. La nueva capacidad se concentrará en Medio Oriente, aunque también se espera un incremento de la capacidad en América del Norte y Asia.

Existen tres tipos de PP: isotáctico, sindiotáctico y atáctico²². El isotáctico es el que más se utiliza en la actualidad. Si se agregan pequeñas cantidades de otros monómeros (por lo general etileno) es posible obtener copolímeros *random* o *block* (ICIS, 2008a).

La demanda de PP totalizó 44,4 millones de toneladas en 2007. Se espera que crezca a una tasa anual del 5,9% hasta 2012, alcanzando 58,8 millones de toneladas (Rappaport y Quijada, 2008).

La alta tasa de crecimiento del consumo de PP refleja su continua penetración en aplicaciones cubiertas hasta ahora por materiales tradicionales (metales, madera y cerámica) y por otros polímeros. En efecto, el PP se beneficia en la competencia interpolímero con el poliestireno, el ABS y el PEAD en determinadas aplicaciones (Borruso, 2008).

Los bienes durables como automóviles, aparatos y alfombras representan alrededor del 50% de los usos finales del PP en los países industrializados. Cabe señalar que el consumo en estos mercados depende de los ciclos económicos y del gasto en bienes de consumo durables. En contraposición, la demanda de este polímero por parte del segmento de packaging, otro gran mercado del PP, depende en menor medida de las fluctuaciones económicas (Borruso, 2008).

²² Las moléculas de PP se componen de una cadena principal de átomos de carbono enlazados entre sí, de la cual cuelgan grupos metilo (CH₃) a uno u otro lado de la cadena. Cuando todos los grupos metilo están del mismo lado se dice que es "polipropileno isotáctico"; cuando están alternados a uno u otro lado, "polipropileno sindiotáctico"; cuando no tienen un orden aparente, "polipropileno atáctico". Las propiedades del PP dependen del tipo de tacticidad que presenten sus moléculas.

2.2. Mercado regional²³ y nacional

La capacidad instalada de PP en la región al año 2006 era de 2,5 millones de t/año y la producción de PP totalizó 2,25 millones de toneladas. Brasil da cuenta de casi el 55% de la oferta regional.

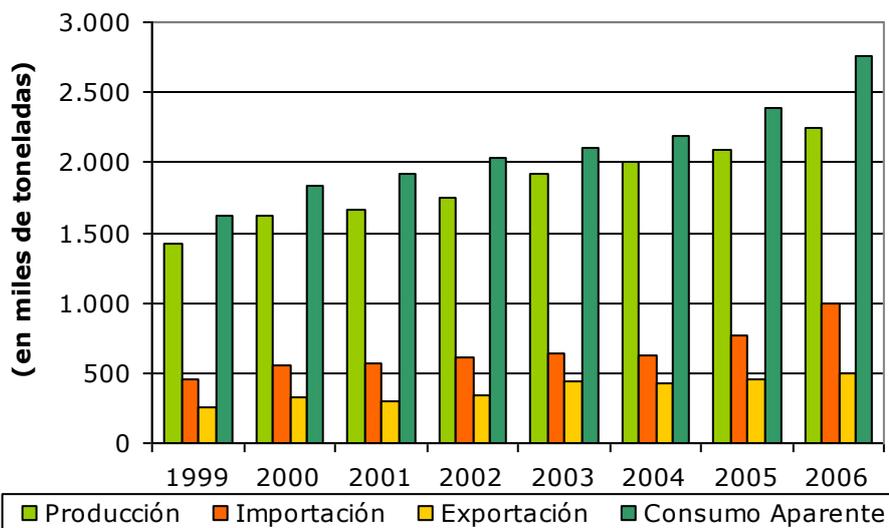
La capacidad instalada en Argentina al 2007 fue de 320.000 toneladas anuales, concentrándose en dos productores: Petroken y Petroquímica Cuyo. La producción totalizó 252.000 toneladas, un 2,5% menor que el año anterior como consecuencia de las restricciones al suministro de gas natural que sufrió la industria local.

En 2006 la demanda regional de PP ascendió a 2,7 millones de toneladas, alrededor de 15% superior que la del año anterior. En los últimos cuatro años el consumo de este polímero creció en promedio 8% anual. Según estimaciones de Nexant se espera una tasa de crecimiento del 5%-6,5% hasta el año 2015 (Swanson, 2008).

El consumo local en 2007 fue de 279.000 toneladas, registrando un incremento del 21% aproximadamente respecto de 2006. En el periodo 2002-2007 la demanda de PP creció en promedio 14,7% anual. Se espera que en 2010 el consumo de este producto alcance 350.000 toneladas y supere las 480.000 toneladas en 2015 (IPA, 2008a). El valor FOB promedio 2007 fue 1.500 U\$/t.

La región fue importadora neta de PP durante el periodo 1999-2006. En 2006 el déficit totalizó aproximadamente 500.000 toneladas, siendo México el principal importador neto de PP con un déficit de alrededor de 700.000 toneladas. Brasil, con un saldo de balanza comercial de poco más de 100.000 toneladas, es el mayor exportador neto de la región.

²³ El análisis del mercado regional se realiza en base a las estadísticas presentadas en el Anuario Petroquímico Latinoamericano 2007/2008 de la Asociación Química y Petroquímica Latinoamericana (APLA). Los países incluidos en el análisis son: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, Perú, Uruguay y Venezuela. Para Argentina también se utilizan los datos publicados por el IPA.

Gráfico 9: Producción, importación, exportación y consumo de PP en América Latina

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Anuario Petroquímico Latinoamericano 2007/2008

2.3. Tecnologías

La primera producción comercial de polipropileno fue en la década de 1950 tras el descubrimiento de los catalizadores Ziegler-Natta. Inicialmente se produjo en un proceso *slurry* donde el propileno reaccionaba en presencia de un catalizador en solvente para producir una mezcla de polímero cristalino y amorfo. La desventaja de esta ruta es que el catalizador tiene que ser tratado con alcohol para desactivarlo y extraerlo, mientras que el polímero atáctico no deseado debe ser extraído y eliminado.

Gran parte de las tecnologías desarrolladas posteriormente sustituyeron el solvente por propileno líquido. Además, se realizaron esfuerzos considerables para mejorar la actividad de los catalizadores. En 1982 se comercializó el proceso Spheripol de Himont (actualmente con licencia de Basell). Este proceso combina dos reactores en serie, el primero para trabajar en suspensión y el segundo en fase gas, y se ha convertido en el proceso dominante en la industria de PP. Más recientemente, Borealis ha tomado un camino similar con la adaptación de su proceso Borstar PE bimodal para hacer PP.

La mayor actividad de los catalizadores también permitió la introducción de tecnologías fase gas. Aunque la ruta fase gas fue comercializada por primera vez en 1967 por la empresa BASF (este proceso llamado Novolen es ahora propiedad de ABB Lummus Global y EQUISTAR), no fue usada a gran escala hasta que Union Carbide, y más tarde otros, ofrecieron la tecnología fase gas para licenciar en 1983. Las ventajas de esta ruta incluyen la operación con propileno de menor pureza y los bajos costos de producción.

Actualmente, los desarrollos están dirigidos a la introducción de catalizadores metallocenos en el proceso de producción de PP para mejorar las propiedades de las resinas. Sin embargo, la comercialización de dichas resinas ha sido lenta. El acuerdo entre Basell y ExxonMobil Chemical a fin de acelerar el desarrollo de esta tecnología debería aumentar la tasa de penetración de estos productos.

Uno de los últimos desarrollos tecnológicos para la producción de polipropileno, utiliza un reactor circulante multizona aplicando tecnología de cracking catalítico. Esta tecnología, denominada Spherizone, ha sido desarrollada por Basell. El reactor Spherizone tiene dos zonas, lo cual permite generar diferentes materiales y ampliar la gama de propiedades del PP (ICIS, 2008b).

El propileno constituye la principal materia prima, requiriéndose 1,010 toneladas de propileno por tonelada de PP.

Tabla 4: Consumo de materias primas e insumos por tonelada de PP

Propileno	1,010 Kg
Electricidad	120 kWh
Agua de enfriamiento	100 m ³
Catalizador	0,1 Kg (costo entre 10-20 U\$S por Kg)
Vapor	300 Kg

Fuente: Mccann y Sigurdson, 2000.

A pesar de que las plantas existentes se encuentran en un rango de 30.000 a 300.000 t/año, una planta a escala mundial debería ser de 200.000 a 300.000 t/año, siendo la escala mínima para las plantas nuevas de 120.000 t/año (Mccann y Sigurdson, 2000).

2.4. Potencial en Santa Cruz

El análisis de mercado preliminar permite concluir que el mercado local de PP resulta atractivo. De acuerdo con lo expuesto se observa que en 2007 el consumo fue superior a la producción en 27.000 toneladas. De no ampliarse la capacidad de las plantas existentes, aún cuando éstas operen a plena capacidad, cabe esperar un déficit de PP de 30.000 toneladas en 2010 y de 160.000 toneladas en 2015.

De esta forma, en los primeros años de operación se colocaría una parte de la producción en el mercado regional, disminuyendo la proporción destinada a ese mercado conforme aumente la demanda interna.

El propileno disponible permitiría alcanzar ajustadamente la escala mínima mundial. En efecto, las 116.000 t/año de propileno que se obtendrían del *cracker* permitirían producir alrededor de 115.500 t/año de PP.

3. Óxido de Propileno

3.1. Tendencias del mercado mundial

La demanda de OP fue de 6,6 millones de toneladas en 2007. Los poliéteres polioles (principalmente polipropilenglicol) representan alrededor del 65% del OP consumido, el propilenglicol el 18% y el resto se destina a la producción de éteres glicoles y otros (SRI, 2009).

Se prevé que la demanda de OP crezca en los próximos años al 4-5% anual. Si se analizan las tasas de crecimiento esperadas por región la situación es diversa. En Europa y Estados Unidos, la demanda crecerá a una tasa del 3-3,5% anual, mientras que en Asia se estima que la tasa de crecimiento media de la demanda sea alrededor del 6-8% anual. En China, la tasa de crecimiento será mayor al promedio regional (del 10% aproximadamente).

Europa Occidental continuará siendo en los próximos años el principal productor de polioles y por lo tanto el mayor consumidor de OP. Estados Unidos se convertirá en el mayor consumidor de propilenglicol (26% del total consumido) y seguirá siendo el segundo consumidor de OP. China duplicará su consumo de OP impulsado fundamentalmente por el consumo de polioles para la producción de uretanos, volviéndose el tercer consumidor del mundo, reemplazando a Japón (ICIS, 2007b).

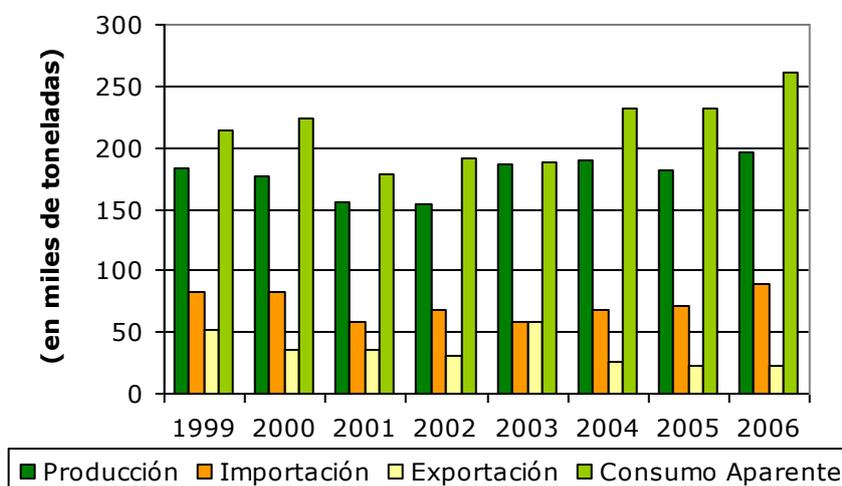
La producción mundial de OP alcanzó 6,6 millones de toneladas aproximadamente en 2007 (SRI, 2009). De acuerdo con la información provista en el HPI Construction Boxscore (2008) existen tres proyectos de OP (2 en Tailandia y otro en Japón) que entrarían en operación en el periodo 2009-2011.

3.2. Mercado regional y nacional

Brasil es el único productor y exportador de OP en la región. La capacidad instalada asciende a 235.000 toneladas y la producción alcanzó 195.637 toneladas en 2006. El consumo de OP en 2006 fue de 261.000 toneladas aproximadamente y en los últimos cuatro años ha crecido a una tasa media anual del 8,5%. Brasil (68%) es el principal consumidor, seguido por México (17%) y Argentina (9%).

México, Argentina, Colombia, Venezuela y Chile importan todo el óxido de propileno que consumen, con lo cual la región es importadora neta de este producto. En 2006 se registró un déficit de alrededor de 66.000 toneladas.

Gráfico 10: Producción, importación, exportación y consumo aparente de OP en América Latina



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Anuario Petroquímico Latinoamericano 2007/2008.

En Argentina, el consumo de óxido de propileno en 2007 totalizó 25.112 toneladas, un 10% superior aproximadamente respecto del año anterior. Entre los años 2002 y 2007 ha crecido a una tasa promedio anual del 13,2%. Como se mencionó anteriormente el OP se importa en su totalidad. La mayor parte del volumen importado proviene de Brasil y en menor medida de Estados Unidos. El valor CIF promedio 2007 fue de 1.610 U\$/t. El 85% del OP consumido internamente se destina a la producción de polioles. El resto se utiliza en la elaboración de éteres glicólicos (10%) y base para desmulsificantes y tensioactivos especiales (5%) (IPA, 2008).

3.3. Tecnologías

Las rutas de hidropoxidación a propileno que generan como co-productos estireno (OP/SM) y metil ter butil eter (POTBA) dan cuenta de la mayor parte del OP producido a nivel mundial. En el proceso OP/SM, el etilbenceno primero reacciona con oxígeno para hacer hidropéroxido de etilbenceno y, a continuación, con propileno para formar OP. El fenilmetilcarbinol obtenido como co-producto puede deshidratarse hasta estireno. Una ruta alternativa utiliza isobutano, generando como co-producto alcohol terbutílico que puede ser convertido a metil ter butil éter (MTBE) (ICIS, 2009a).

Sin embargo, estos procesos presentan algunas desventajas como la obtención de co-productos y la necesidad de contar con una gran cantidad de otras materias primas tales

como etilbenceno e isobutano. En efecto, en el proceso OP/SM, se requieren más de 2,5 toneladas de etilbenceno por tonelada de propileno y se obtienen 2,25 toneladas de estireno por cada tonelada de OP. Cabe señalar que en Argentina no se dispone actualmente de la cantidad requerida de esta materia prima para transformar todo el propileno obtenido del *steam cracker* (ICIS, 2009a).

Por otra parte, si bien se obtiene una cantidad significativa de OP a partir del proceso de clorhidrina (CHPO), esta ruta requiere una inversión importante; estar integrada a una planta de cloro-soda y abre interrogantes respecto del impacto ambiental.

Sumitomo ha desarrollado y comercializado un proceso de hidroperoxidación a OP que no genera co-productos, basado en el uso de hidroperóxido de cumeno como oxidante.

Distintas compañías han desarrollado tecnologías para producir OP a partir de propileno y peróxido de hidrógeno (HP). El proceso HPPO de BASF-Dow ha sido aplicado en Amberes, Bélgica. Esta planta utiliza el HP proveniente de una planta aledaña y comenzó a operar en marzo de 2009 con una capacidad de 300.000 t/año de OP.

Degussa y Uhde han desarrollado un proceso similar para producir OP a partir de HP. Con esta tecnología se encuentra operando desde 2008 una planta de 100.000 t/año de OP en Ulsan, Corea del Sur.

Si se toma como referencia un proceso de HPPO típico, por cada tonelada de OP obtenida se requieren 0,78 toneladas de propileno y 0,6 toneladas de peróxido de hidrógeno. Además deben considerarse otros consumos como hidróxido de sodio, catalizadores y otros químicos (McCann y Sigurdson, 2000).

En términos generales, la escala mundial de OP es alrededor de 300.000 t/año. Sin embargo, las plantas construidas recientemente con tecnología HPPO se encuentran en un rango de 100.000 a 300.000 t/año (McCann y Sigurdson, 2000).

3.4. Potencial en Santa Cruz

Si bien una planta de OP permitiría sustituir las importaciones locales y abastecer a los países de la región, el tamaño actual del mercado regional resultaría insuficiente. Sin embargo, si se asume que el crecimiento del consumo en América Latina será como mínimo igual a la tasa de crecimiento mundial (5%), hacia 2012 la región constituiría una oportunidad de negocio (no debe perderse de vista sin embargo que México es el

principal importador neto de la región y que los costos de transporte podrían tornar el producto poco competitivo en ese mercado).

En cuanto a los aspectos técnicos, cabe mencionar que con el propileno disponible se podría alcanzar la escala mínima mundial con el proceso HPPO, obteniéndose 150.000 t/año de OP aproximadamente.

4. Acrilonitrilo

4.1. Tendencias del mercado mundial

El Acrilonitrilo (ACN) se utiliza principalmente como monómero o comonómero en la producción de fibras sintéticas, plásticos y elastómeros.

De acuerdo con la consultora Tecnon OrbiChem, en 2008 la capacidad instalada mundial de ACN fue de poco más de 6,2 millones de toneladas. Durante el periodo 2003-2007, como consecuencia del exceso de oferta registrado, el mercado de ACN experimentó un proceso de consolidación, bajo el cual cerraron instalaciones antiguas o no rentables, localizadas en Europa y América del Norte. En general, el cierre de plantas ha sido superior a la adición de capacidad, encontrándose el mercado de ACN balanceado. Asimismo, durante los últimos años se observa un desplazamiento de la capacidad de producción desde América del Norte a los países asiáticos (ICIS, 2009b).

En cuanto a la expansión de la capacidad en los próximos años, se han estudiado varios proyectos pero el único gran proyecto en marcha es la construcción de una planta de 200.000 toneladas anuales en Map Ta Phut (Tailandia) por Asahi Kasei y PTT Chemical. Esta planta se basa en el proceso Asahi y se prevé que entre en operación a fines de 2010. INEOS también ampliará su planta de Green Lake (Texas) de 460.000 toneladas anuales a 545.000 toneladas anuales en 2009 (ICIS, 2009b; Hydrocarbon Processing, 2008).

Se prevé que la demanda mundial de ACN crezca a una tasa del 1-2% anual, registrando Asia el mayor incremento impulsado por el desarrollo del mercado de ABS; China liderará el crecimiento en esta región. En contraposición, se espera un bajo crecimiento o incluso una disminución del consumo de ACN en Europa y EE.UU. (ICIS, 2009b).

Si bien el mercado más grande del ACN es la fabricación de fibras acrílicas, en los últimos años el crecimiento de la demanda de éstas ha sido lento (1-2% anual). Actualmente, el sector de mayor crecimiento es el acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS) / estireno-

acrilonitrilo (SAN). Estas resinas se encuentran entre los polímeros commodities y los polímeros de ingeniería, compitiendo con otros termoplásticos, como el policloruro de vinilo (PVC) y el poliestireno (PS) (ICIS, 2009b).

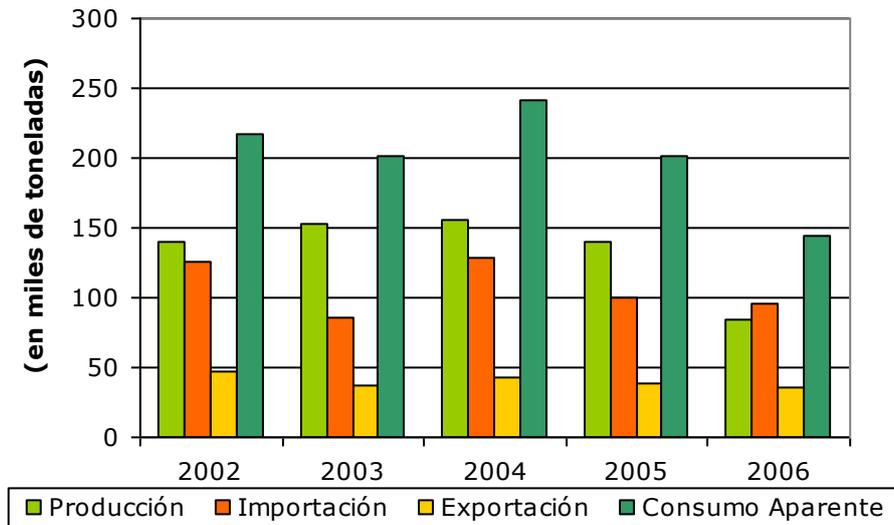
Durante los últimos años el precio del ACN ha aumentado significativamente, como consecuencia del aumento de los costos del propileno y del amoníaco. Sin embargo, el precio de las fibras acrílicas, el principal derivado, no ha aumentado debido a los excedentes de oferta. Desde fines de 2007, los márgenes han sido tan bajos que los productores de fibras acrílicas se vieron obligados a reducir las tasas de operación no sólo en Europa, sino también en Asia (Sesto, Mori, y Zhang Yi, 2008).

4.2. Mercado regional y nacional

La capacidad instalada de ACN en América Latina totalizó 240.000 toneladas en 2006: México (150.000) y Brasil (90.000). Sólo Brasil registró producción en 2006, alcanzando 84.811 toneladas. Si bien en años anteriores México produjo ACN, la tasa de operación no superó el 70%.

El consumo de ACN fue de 144.860 toneladas en 2006, un 28% menor respecto el año anterior. México y Brasil son los principales consumidores, representando más del 95% del consumo regional. México es el mayor importador neto de la región, registrando en 2006 un déficit de más de 90.000 toneladas. El déficit en la región totalizó 60.000 toneladas. En 2005 también disminuyó el consumo respecto de 2004, con lo cual, de continuar esta tendencia, podría suponerse que el déficit no crecerá e incluso podría disminuir.

El mercado nacional de ACN es reducido. De acuerdo con las estadísticas del IPA (2008b) en 2007 se importaron poco más de 1.500 toneladas, destinándose casi la totalidad a la producción de caucho Acrilonitrilo-butadieno (NBR). Cabe señalar que la producción local de fibras acrílicas, principal derivado del ACN, es reducida y que no se producen resinas ABS/SAN desde 2005. Con lo cual el desarrollo de estos segmentos constituye una oportunidad potencial de mercado para el ACN. El valor CIF promedio 2007 del ACN ascendió a 1.776 U\$/t.

Gráfico 11: Producción, importación, exportación y consumo aparente de ACN en América Latina

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Anuario Petroquímico Latinoamericano 2007/2008.

4.3. Tecnologías

La principal ruta para producir ACN es el proceso de amoxidación de propileno, el cual ha reemplazado el proceso original basado en la tecnología de acetileno. Propileno, amoníaco y aire reaccionan en un reactor de lecho fluidizado, obteniéndose ACN, y acetonitrilo y cianuro de hidrógeno (HCN) como subproductos. Los principales proveedores de tecnología para la producción de ACN son BP Chemicals y Monsanto. El cuasi monopolio de la tecnología licenciada por BP Chemicals (Sohio) terminó en 1995, cuando Solutia (Monsanto) licenció su tecnología a Tae Kwong en Corea del Sur (ICIS, 2009).

El tamaño de una planta de ACN a escala mundial es de 200.000 toneladas anuales. A continuación se presentan los consumos de materia prima por tonelada de ACN obtenida con el proceso de BP Chemicals (McCann y Sigurdson, 2000).

Tabla 5: Consumo de materias primas e insumos por tonelada de ACN

Propileno (100%)	1175 Kg
Amoníaco	475 Kg
Aire	0,2 MMscf
Catalizador	2 U\$S

Fuente: McCann y Sigurdson (2000).

Teniendo en cuenta estos consumos y dada la disponibilidad de propileno, podría construirse una planta de aproximadamente 100.000 toneladas de ACN.

4.4. Potencial en Santa Cruz

El tamaño del mercado nacional y regional de ACN resulta poco atractivo, con lo cual deberían analizarse otros mercados de exportación más alejados así como también el impacto de los costos logísticos para abastecer el producto en los mismos. Adicionalmente, debería analizarse la posibilidad de desarrollar otros sector aguas debajo a fin de crear mercado interno para este producto.

La disponibilidad de propileno resultaría insuficiente para alcanzar la escala mundial. Por otra parte, debido a que la producción de ACN requiere amoníaco, es imprescindible analizar la disponibilidad de este compuesto en el país y potencialmente en la región donde se radicará el proyecto. Profertil es el mayor productor local de amoníaco (750.000 toneladas anuales), seguido por Petrobrás Energía (135.000 toneladas anuales) y Fábrica Militar Río Tercero (12.000 toneladas anuales). Casi la totalidad de la producción se destina a la producción de fertilizantes nitrogenados. En 2007 se exportaron 57.000 toneladas de amoníaco, con lo cual podría disponerse de esta materia prima. Asimismo, como parte del Programa marco de esta tesis se analizó la viabilidad de producir Urea en Punta Quilla (obteniéndose como sub-producto amoníaco) lo cual permitiría contar con una fuente de abastecimiento más cercana.

La viabilidad económica de la producción de acrilonitrilo depende fundamentalmente del precio del propileno y de los créditos obtenidos por los subproductos. En consecuencia, resulta importante considerar el mercado de los subproductos, especialmente la posibilidad de destinar el cianuro de hidrógeno a la actividad minera local. Debido a que no se puede transportar grandes distancias por tratarse de producto tóxico, la mayoría de las compañías lo consumen internamente o lo transforman en cianhidrina de acetona, intermediario en la producción de metilacrilato de metilo, producto que puede transportarse fácilmente (Nexant's chemsystems, 2006).

El acetonitrilo tiene una demanda limitada como solvente industrial. La mayoría de los productores de Estados Unidos recuperan el acetonitrilo, mientras que en Europa y Japón ninguna compañía lo hace. En estos casos se incinera, lo cual implica un costo adicional (Nexant's chemsystems, 2006).

5. Cumeno/Fenol

5.1. Tendencias del mercado mundial

Alrededor del 98% del cumeno se utiliza para producir fenol y su co-producto acetona, con lo cual las perspectivas del mercado mundial de cumeno dependen en gran medida del desempeño de los derivados del fenol.

El principal derivado del fenol es el bisfenol-A (BPA), el cual se utiliza en el sector del policarbonato (PC) en expansión. Las resinas de PC se emplean en aplicaciones para automóviles en sustitución de materiales tradicionales como el vidrio y metales. Los usos como cristal y vidrio en arquitectura y seguridad, entre otros, constituyen también importantes aplicaciones del PC. El tercer mayor uso del PC es en medios ópticos como los discos compactos (CD) y discos versátiles digitales (DVD) (ICIS, 2008c).

A partir del BPA también se obtienen resinas epoxi, que se utilizan en revestimientos, laminados eléctrico-electrónico, adhesivos, pisos y compuestos. El crecimiento de estos mercados se relaciona con la evolución del PBI mundial (ICIS, 2008c).

Otros derivados del fenol incluyen resinas fenólicas, cuya demanda se encuentra estrechamente relacionada con el sector de la construcción, y caprolactama, que se utiliza principalmente para hacer nylon 6. Dentro del mercado de nylon, el sector de resina de ingeniería es el que experimenta el mayor crecimiento (ICIS, 2008c).

Los derivados clave en el mercado de acetona son el metacrilato de metilo (MMA) y BPA. Casi todo el MMA se utiliza para hacer homopolímeros y copolímeros con aplicaciones electrónicas, tales como televisores de pantalla plana y pantallas de cristal líquido que proporcionan oportunidades de crecimiento. Sin embargo, un uso importante de la acetona es como solvente, cuyo mercado está estancado (ICIS, 2008c).

Según la consultora CMAI, en el período 2001-2006 la demanda mundial de cumeno creció por encima del 5% anual. La baja adición de capacidad implicó tasas de operación superiores al 90% en 2004, pero luego disminuyeron en 2005 cuando la nueva capacidad entró en operación.

CMAI espera que en el período 2006-2011 la tasa de crecimiento de la demanda de cumeno sea ligeramente inferior a la de fenol, la cual será del 4% anual. Esto podría verse afectado si Shell decide construir una planta de fenol de 330.000 t/año en Singapur

sobre la base de un nuevo proceso que utiliza como materia prima benceno y C4 y produce metil etil cetona (MEK) como co-producto.

En Asia (excluido Japón), la creciente demanda de bisfenol A y de resinas fenólicas se traducirá en una fuerte demanda de fenol. Como resultado, se prevé que el consumo de cumeno en la producción de fenol crezca rápidamente en la región. Durante el periodo 2007-2012 China adicionará una importante capacidad de cumeno para abastecer sus plantas de fenol/acetona que también entrará en operación durante el mismo período. Asimismo, se prevé la construcción de plantas de BPA y de PC en la región. En 2007 la tasa de operación mundial fue significativa, y mientras el consumo de fenol/acetona continúe siendo elevado, debido a la mayor demanda de bisfenol A y resinas fenólicas, la tasa de operación seguirá siendo alta (teniendo en cuenta la nueva capacidad de cumeno en Medio Oriente) (Grenier, 2008).

La tasa de crecimiento del consumo prevista para cumeno en Estados Unidos es sólo del 0,8% hasta 2011, según ICIS Negocios de Productos Químicos (ICB). El consumo se incrementará lentamente siguiendo la evolución de la industria automotriz y de la construcción (ICIS, 2008c).

América del Norte ha tenido un costo competitivo debido a que la producción de cumeno utiliza propileno grado refinería con un precio menor en comparación con el propileno grado químico o polímero en otras regiones. Esto a pesar de ser importador de benceno con uno de los precios más altos en el mundo.

El comercio de cumeno representa sólo el 4% de la producción mundial. Los mayores exportadores de cumeno son Estados Unidos (hacia Alemania y los Países Bajos) y Japón (hacia la República de Corea). Taiwán también importa grandes volúmenes de cumeno para la producción de fenol (Grenier, 2008).

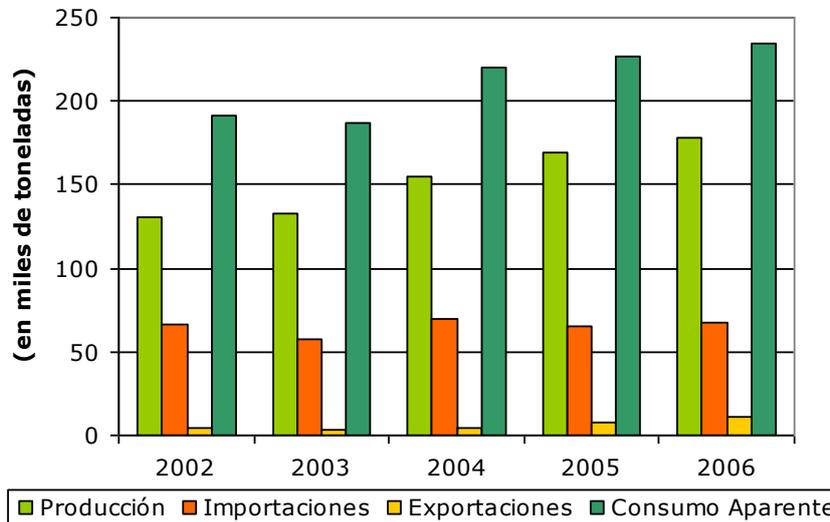
América del Norte seguirá siendo exportador neto de cumeno. Europa Occidental continuará siendo un importador neto aunque disminuiría su dependencia si se concretan los planes para aumentar la capacidad. En Asia, el aumento sustancial de la capacidad de fenol y derivados se basará en parte en la importación de cumeno (ICIS, 2008c).

5.2. Mercado Regional y Nacional

No se cuenta con estadísticas de producción, importaciones, exportaciones y consumo aparente de cumeno y BPA en América Latina. En cuanto al fenol, existe capacidad

instalada en Brasil y México, pero en los últimos años sólo Brasil registra producción (177.600 toneladas en 2006). El consumo ascendió a 233.000 toneladas aproximadamente, con lo cual la región presentó un déficit de casi 56.000 toneladas.

Gráfico 12: Producción, importación, exportación y consumo aparente de cumeno en América Latina



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Anuario Petroquímico Latinoamericano 2007/2008.

El principal consumidor es Brasil (180.000 toneladas) seguido de lejos por Argentina, México y Chile (alrededor de 15.000 toneladas cada uno).

En el mercado local el fenol importado se destina principalmente a la producción de resinas fenólicas (55%) y de herbicidas (28%). El Valor CIF promedio 2007 fue 1.529 U\$/t (IPA, 2008).

Cabe señalar que, de los países de la región, sólo Argentina cuenta con estadísticas para el bisfenol A. El mercado local de BPA es muy reducido. En 2007 se consumieron e importaron 146 toneladas, las cuales se destinaron en partes iguales a la producción de resinas epoxi y de resinas poliéster.

En cuanto a los derivados del BPA, en la región sólo se dispone de datos para el PC. En este caso también Brasil es el único productor. La capacidad instalada al 2006 era de 15.000 toneladas anuales y la producción fue de 11.619 toneladas. El consumo regional fue de 40.000 toneladas aproximadamente, siendo Brasil (28.200 toneladas) y Argentina (5.600 toneladas) los principales consumidores. El valor CIF de este producto en 2007 promedió 2.475 U\$/t (IPA, 2008).

5.3. Tecnologías

El cumeno se produce por alquilación de benceno con propileno grado refinería o químico (94% de pureza). El propileno líquido se mezcla con el benceno y se alimenta a un reactor de alquilación de lecho fijo. Se utiliza un catalizador de zeolita reutilizable. El propileno reacciona completamente y los efluentes fluyen a la columna despropanizadora donde el propano sale por el tope. El fondo se envía a la columna de benceno donde el benceno que no ha reaccionado sale por el tope y se recicla. El fondo de la columna de benceno se envía a la columna de cumeno donde se obtiene cumeno con un 99,7% de pureza. El fondo se envía a la columna de pesados, donde se obtiene diisopropil benceno, el cual se recicla y los compuestos pesados son subproductos (McCann y Sigurdson, 2000).

Tabla 6: Consumo de materias primas e insumos por tonelada de cumeno

Benceno	651 Kg
Propileno (94%)	370 kg
Catalizador	U\$S 2
Electricidad	11 KWh
Calor	0,35 MMKcal
Agua de enfriamiento	5 m ³

Fuente: McCann y Sigurdson (2000).

Las plantas existentes tienen una capacidad en el rango de 100.000-600.000 t/año. Actualmente, una planta de escala mundial debería tener como mínimo una capacidad de 300.000 t/año. Esto requeriría la disponibilidad de 195.000 t/año de benceno y 111.000 t/año de propileno. Generalmente las plantas se encuentran cerca de una refinería donde las materias primas y los servicios se encuentran disponibles.

La tecnología de producción de cumeno está comercialmente disponible y sus principales proveedores son UOP LLC, Des Plains, IL; Badger/Raytheon, Pittsburgh, PA; CDTECH, Houston, TX y Mitsui, Japan.

La peroxidación de cumeno es el principal proceso para producir fenol. Este proceso incluye la oxidación en fase líquida de cumeno a hidroperóxido de cumeno, el cual posteriormente se descompone en fenol y acetona. Por cada tonelada de fenol se obtienen 0,6 toneladas de acetona (McCann y Sigurdson, 2000).

Tabla 7: Consumo de materias primas e insumos por tonelada de Fenol

Cumeno	1380 Kg
Aire	1415 m ³
Ácido sulfúrico	Cantidad pequeña
Hidróxido de sodio	Cantidad pequeña

Fuente: McCann y Sigurdson (2000).

La escala mundial de una planta de fenol se encuentra entre 150.000 y 200.000 toneladas anuales.

La peroxidación de cumeno es la principal fuente de fenol y acetona. La demanda de fenol determina la utilización de la capacidad. Con la excepción del BPA, el fenol y la acetona no tienen mercados comunes. Históricamente, el fenol ha sido el producto más deseable. En los últimos años se han desarrollado diversas alternativas para producir fenol sin obtener acetona, los cuales implican la conversión de benceno a fenol, utilizando diferentes catalizadores. Sin embargo, no se espera que estos nuevos procesos afecten la demanda de cumeno en un futuro muy próximo (Grenier, 2008).

5.4. Potencial en Santa Cruz

La falta de estadísticas de estos productos en la región no permite dimensionar correctamente el mercado.

La disponibilidad de propileno permitiría construir una planta de 300.000 t/año. Sin embargo, dicha capacidad requeriría poco más de 200.000 t/año de benceno, producto para el cual Argentina es importadora neta. En 2007, se produjeron en el país 142.000 toneladas de benceno y se consumieron más de 204.000 toneladas. El valor CIF promedió en dicho año 1.114 U\$/t.

Petrobrás Energía en Puerto Gral. San Martín (150.000 t/año) e YPF en Ensenada (120.000 t/año) son los únicos productores de benceno en Argentina.

6. Ácido Acrílico

6.1. Tendencias del mercado mundial

Según ICIS (2008d) se estima que la demanda mundial de ácido acrílico (AA) crecerá al 3,7% anual durante el período 2006-2011. La demanda de AA glacial se prevé que crezca en torno al 4% anual en ese período, debido principalmente al crecimiento de los polímeros super absorbentes (SAPs). El SRI estima que la demanda de los acrilatos crecerá un 3,7% anual (Glauser, Blagoev y Fujita, 2007).

En Europa Occidental, el crecimiento será mucho más lento, sólo un 1,6% anual, pero se ha añadido nueva capacidad. En 2006, StoHaas y Arkema han aumentado la capacidad de sus plantas en Alemania y Francia. BASF llevó a cabo una expansión de 160.000 t/año en Amberes, Bélgica, que habría concluido a fines de 2008.

En Estados Unidos, el consumo de AA creció un 3,4% anual en el período 2002-2007, con un pico en los años 2002 y 2003. Sin embargo, la tasa de crecimiento disminuyó al 2% anual en los siguientes tres años y se prevé un crecimiento del 1,6% hasta 2011 (ICIS, 2008d).

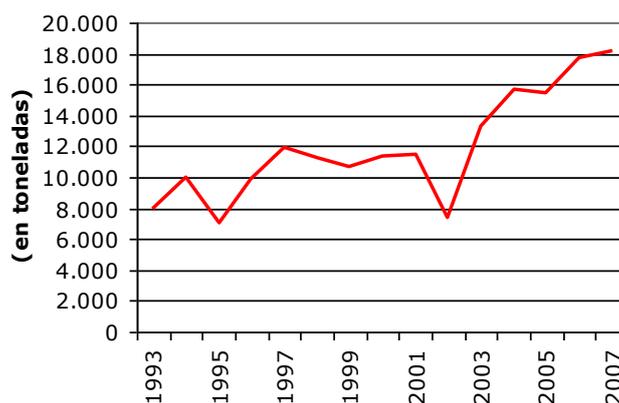
En los últimos años China ha sido el mercado de mayor crecimiento, con la demanda incrementándose al 8% anual. En 2007, produjo cerca de 700.000 toneladas de AA. Debido a que la capacidad de producción ha crecido más rápido que la demanda, las importaciones se han reducido de 110.000 toneladas en 2003 a 45.000 toneladas en 2007. Mientras tanto, las exportaciones de ácido acrílico han aumentado de 1.000 toneladas en 2003 a 23.000 toneladas en 2007 (ICIS, 2008d).

La capacidad de producción mundial de ácido acrílico fue de 4,7 millones de toneladas en 2006 (Glauser et al., 2007).

6.2. Mercado regional y nacional

No se dispone de estadísticas para los países de América Latina. En Argentina no existe producción propia, importándose el total consumido. La demanda en 2007 fue de 18.100 toneladas, un 2,7% mayor que el año anterior y más del doble que en 2002. El ácido acrílico se utiliza para recubrimientos (65%), textil (20%) y otros (15%). El valor CIF de este producto en 2007 promedió 1.655 U\$/t.

Gráfico 13: Consumo aparente de Ácido acrílico en Argentina



Fuente: Elaboración propia en base a Información Estadística de la industria Petroquímica y Química de la Argentina, IPA, 2008.

6.3. Tecnologías

La principal ruta para obtener AA es por oxidación catalítica de propileno en fase gaseosa. La ruta alternativa es a través de hidrólisis de ACN (que se produce a partir de propileno y amoníaco).

La reacción entre oxígeno y propileno se lleva a cabo en un reactor catalítico a 400°C con un catalizador. La reacción requiere un control cuidadoso para evitar la formación de co-productos. El AA acuoso se separa y se concentra para obtener AA crudo. Para la producción de éster, se puede reaccionar con alcohol en una torre de esterificación utilizando un catalizador ácido. Sin embargo, para alcanzar la calidad requerida de los productos, las plantas más nuevas utilizan AA glacial como punto de partida para los ésteres. (McCann y Sigurdson, 2000).

Tabla 8: Consumo de materias primas e insumos por tonelada de Ácido Acrílico

Propileno (100%)	620 Kg
oxígeno	710 Kg

Fuente: McCann y Sigurdson (2000).

Una planta a escala mundial con este proceso se encuentra en un rango de 200.000 a 300.000 toneladas anuales. Con las 116.000 toneladas de propileno que se obtendrían del *steam cracker* se podrían producir alrededor de 190.000 toneladas de ácido acrílico.

BASF, Nippon y Mitsui Shokubasi son los líderes en la tecnología de producción de esta área. Desde comienzo de la década, las empresas que se expanden en AA tienden a utilizar su propia tecnología. BASF construyó una planta en Malasia (un joint venture con Petronas) utilizando tecnología propia. Sumitomo proporcionó la tecnología para una planta de 25.000 toneladas anuales de AA glacial en Singapur, mientras que Nippon Shokubai/MHI proveyó la tecnología para una planta de 40.000 toneladas anuales de ácido y éster en China (McCann y Sigurdson, 2000).

6.4. Potencial en Santa Cruz

Teniendo en cuenta la escala de producción mundial, el mercado interno resulta insuficiente, debiendo colocarse el excedente en el mercado de exportación. Sin embargo, dada la falta de estadísticas en los países de la región, resulta difícil determinar el tamaño del mercado actual y futuro del AA.

Como se mencionó anteriormente, la corriente de propileno que se obtendría resultaría apenas suficiente como para construir una planta de AA a escala mundial.

7. Isopropanol

7.1. Tendencias del mercado mundial

El uso principal del isopropanol (IPA) es como solvente, siendo los principales mercados los cosméticos y productos para el cuidado personal, las pinturas y resinas, los productos farmacéuticos, alimentos, tintas y adhesivos. Se utiliza en la extracción y purificación de productos naturales como aceite vegetal y animal y grasas. Otras aplicaciones incluyen su uso como agente de limpieza y secado en la fabricación de componentes electrónicos y metales, y como solvente en aerosol en productos médicos y veterinarios. Se espera un bajo crecimiento en aplicaciones solventes debido a normas más estrictas sobre los compuestos orgánicos volátiles (COV).

A partir del IPA se obtienen distintos compuestos químicos, en particular derivados de cetonas tales como metil isobutil cetona (MIBK), isopropilamina y ésteres isopropílicos. La demanda de IPA para la producción de estos derivados es creciente. Su uso como materia prima en la producción de acetona está disminuyendo ya que ésta se produce como un subproducto de la producción de fenol en el proceso de peroxidación de cumeno²⁴.

El mercado mundial presenta un exceso de oferta, con un bajo crecimiento de la demanda de IPA en Europa y Estados Unidos, pero con un crecimiento más fuerte en Asia. Por lo tanto, se espera que la demanda mundial crezca sólo un 2-2,5% anual.

En Estados Unidos, el IPA se considera un producto maduro y se prevé un crecimiento de sólo 1,6% anual hasta 2010. Se espera un mayor crecimiento de la demanda de IPA en Asia; sin embargo dicho crecimiento es más débil que las previsiones anteriores y probablemente sea en torno a la tasa de crecimiento del PBI (ICIS, 2007c).

7.2. Mercado regional y nacional

En 2006 la producción fue de 50.611 toneladas. Los únicos países que cuentan con capacidad de producción de isopropanol en América Latina son Argentina (48.000 toneladas anuales), Brasil (17.000 toneladas anuales) y México (15.000 toneladas anuales), totalizando 80.000 toneladas. Cabe señalar que en los últimos años México no registró producción.

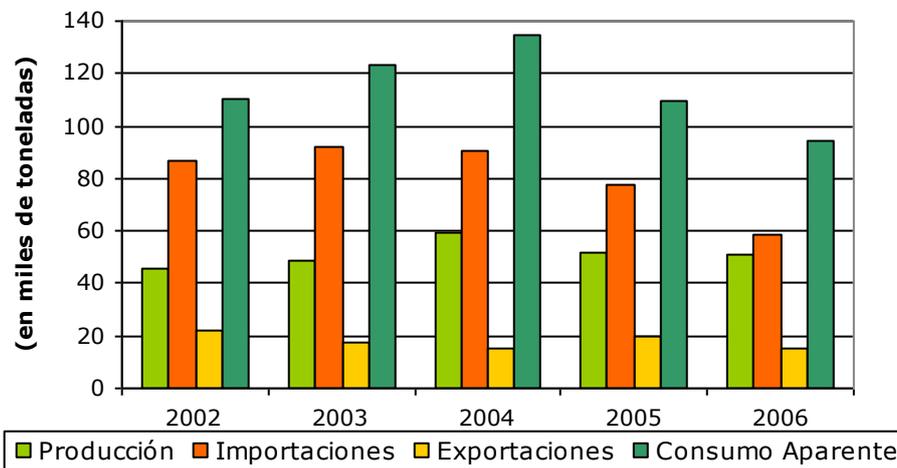
²⁴ La producción de acetona a partir del IPA tiene como objetivo mercados de alta calidad.

El consumo regional fue alrededor de 94.000 toneladas, siendo los principales consumidores México, Brasil y Argentina. Entre los años 2004 y 2006 el consumo disminuyó en promedio un 16%.

La región registró un déficit de IPA de 44.000 toneladas. Brasil y México son los principales importadores neto, mientras que Argentina es exportadora neta de este producto.

Carbochlor S.A. es el único productor en Argentina y el IPA se destina principalmente a la producción de acetona (35%); tintas gráficas (17%) y a la reventa (14%). El valor FOB de este producto en 2007 fue 997 U\$/t.

Gráfico 14: Producción, importación, exportación y consumo aparente de IPA en América Latina



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Anuario Petroquímico Latinoamericano 2007/2008.

7.3. Tecnologías

Existen dos rutas comerciales para obtener IPA. El método más antiguo se basa en la hidratación indirecta de propileno grado refinera, utilizando ácido sulfúrico para formar sulfato isopropílico que se hidroliza con vapor para formar ácido sulfúrico e IPA. El IPA crudo obtenido se destila hasta alcanzar la pureza deseada (ICIS, 2007d).

Una ruta más moderna es la hidratación directa del propileno grado químico (90-99%) evitando la utilización de ácido sulfúrico. El propileno y el agua se calientan y la mezcla de líquido-vapor a presión pasa a un reactor de escurrimiento que contiene una membrana de intercambio iónico de poliestireno sulfonado. Alternativamente, la reacción puede llevarse a cabo en fase gas sobre un catalizador de ácido fosfórico en un lecho fijo. También hay ruta en fase líquida que emplea un catalizador soluble de tungsteno. El IPA se obtiene a partir de la solución acuosa por destilación (ICIS, 2007d).

Una cantidad muy pequeña de IPA se produce mediante la hidrogenación de acetona en fase líquida. Este proceso sólo es adecuado cuando se dispone de acetona en exceso.

Si se utiliza el proceso de hidratación directa del propileno, se requieren 0,74 toneladas de propileno por tonelada de IPA, con lo cual, de acuerdo al volumen de propileno que se dispondría, se podría construir una planta de 150.000 t/año de IPA (Chauvel y Lefebvre, 1989).

7.4. Potencial en Santa Cruz

El mercado regional de IPA resulta poco atractivo para la instalación de una planta de escala mundial. Argentina produce y exporta este producto actualmente, con lo cual un proyecto de estas características estaría orientado netamente al mercado de exportación, más allá de los países de la región.

8. Oxo alcoholes

8.1. Tendencias del mercado mundial

La producción y el consumo de (C3) oxo alcoholes en 2008 fueron de aproximadamente 6,25 millones de toneladas. El consumo de Oxo Alcoholes aumentó sólo ligeramente en 2008 (casi el 0,2%), pero se prevé que crezca a una tasa promedio anual de 4,3% en el periodo 2008-2013 y alrededor del 3% hasta 2018. Las tasas de operación media mundial permanecerán en el rango 60%-70% durante los próximos años (SRI, 2009).

Entre los oxo-alcoholes se encuentran el 2-etilhexanol (2-EH), el n-butanol y alcohol isobutílico. El 2-EH y el n-butanol representan en conjunto más del 90% del consumo total de oxos. A nivel mundial, las aplicaciones químicas representaron el 74% del consumo de n-butanol, los plastificantes constituyeron el 77% del consumo de 2-EH y los solventes explicaron el 47% del consumo de alcohol isobutílico (SRI, 2009).

El n-butil acrilato y el n-butil metacrilato representan casi la mitad de la demanda de n-butanol. La demanda de ambos productos se encuentra impulsada por los polímeros en emulsión y solución utilizados en recubrimientos superficiales de látex, esmaltes y lacas. El consumo de estos recubrimientos depende en gran medida del sector de la construcción y de la remodelación/ mantenimiento (ICIS, 2006).

El uso de n-butanol como solvente ha sido moderado como consecuencia de la mayor tendencia y recubrimientos al agua con alto contenido de sólidos y recubrimientos en polvo. Esta área de aplicación continúa disminuyendo. En amino resinas, el n-butanol

actúa como un agente alquilante para reducir la fragilidad inherente. Las resinas alquiladas se utilizan en recubrimientos para automóviles, electrodomésticos, bobinas, maquinaria y muebles metálicos. Cabe señalar que estas formulaciones están perdiendo cuota de mercado frente a los recubrimientos base agua y en polvo (ICIS, 2006).

El principal mercado del 2-etilhexanol (2-EH) es la producción de plastificantes ftálicos como el dioctil ftalato (DOP)²⁵. Los plastificantes se utilizan en la fabricación de PVC, por lo que los mercados de los mismos se encuentran vinculados al PVC (ICIS, 2009c).

El segundo mercado del 2-EH es la producción de ésteres de acrilato, los cuales se utilizan en adhesivos y materiales de revestimiento de superficie, tales como pinturas acrílicas y tintas para impresión. El 2-EH también se utiliza como mejorador del número de octanos y los derivados de fosfato se utilizan como aditivos de aceite lubricante.

El mercado de 2-EH depende en gran medida del futuro del plastificante DOP, ya que en los últimos años ha perdido cuota de mercado frente a otros plastificantes. El mercado de plastificantes es un mercado maduro con crecimiento mundial en torno al 2% anual. El menor crecimiento del consumo de plastificantes en Estados Unidos, Europa y Japón es compensado por el significativo crecimiento en China, donde se registran tasas de hasta un 8% anual impulsado por el mayor consumo interno de PVC.

Cabe señalar que el DOP ha sido cuestionado por consideraciones de salud y de medio ambiente. En Estados Unidos y Europa, el DOP está siendo sustituido por otros plastificantes, como di-isonil ftalato (DINP) y al diisodecilftalato (DIDP). El DINP ha superado al DOP en el debate medioambiental, a la vez que se ha vuelto más competitivo. Como resultado de ello, el DINP se ha convertido en el plastificante de uso general en gran parte del mundo y este crecimiento ha sido a expensas del DOP, y por lo tanto del 2-EH.

Los ftalatos han sido cuestionados y en Europa prohibieron el uso de seis tipos de ftalatos en los juguetes, especialmente en aquellos que pueden ser introducidos en la boca. Adicionalmente, se prohibieron algunos ftalatos en productos cosméticos.

Es importante destacar que hay una creciente demanda de los otros derivados del 2-EH, en particular, del 2-etil hexil acrilato, que se utiliza principalmente como componente de polímeros de emulsión para adhesivos, recubrimientos de superficie y textiles. El consumo de 2-EH para este uso final ha crecido a un 5% anual aproximadamente.

²⁵ El DOP es obtenido por combinación de oxo alcoholes y anhídrido ftálico.

Como resultado, la demanda de 2-EH por estos otros derivados, está reemplazando una parte significativa de las ventas perdidas de 2-EH por la sustitución del DOP por otros plastificantes. La consultora Tecnon OrbiChem espera que la demanda de 2-EH siga creciendo en torno a un 3% anual, hasta alcanzar en 2010 las 3,44 millones de toneladas (ICIS, 2009c).

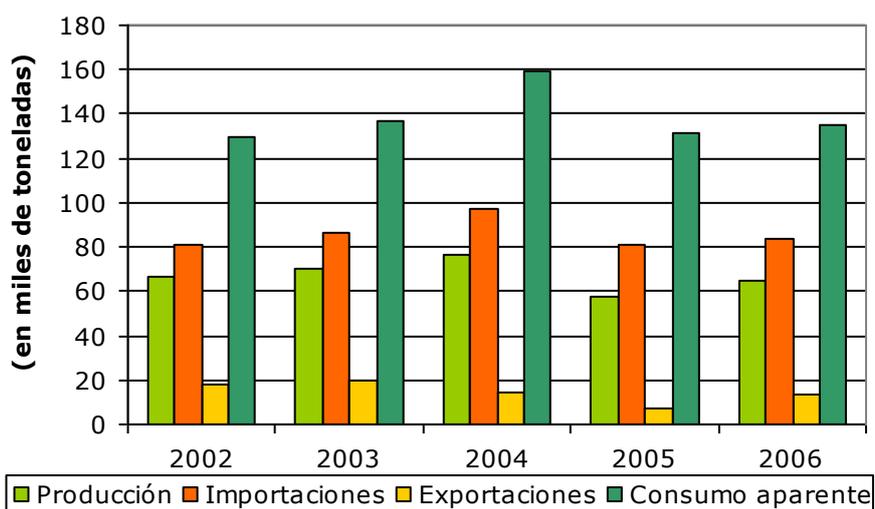
8.2. Mercado Regional y nacional

De acuerdo con las estadísticas del APLA, sólo Brasil produce 2-EH y n-butanol en la región. En el complejo de Camaçari, la empresa Elekeiroz cuenta con una capacidad instalada de 83.600 toneladas anuales de 2-EH y 40.000 de n-butanol y en 2006 produjo 64.682 y 26.137 toneladas, respectivamente.

El consumo en la región totalizó 135.000 toneladas de 2-EH, representando Brasil y México casi el 90% del volumen consumido. La demanda creció en promedio al 1% anual. El consumo en Argentina fue de casi 3.500 toneladas.

La región presentó en 2006 un déficit de este producto de más de 70.000 toneladas. México fue el principal importador neto (52.644 toneladas), seguido por Colombia (16.000 toneladas).

Gráfico 15: Producción, importación, exportación y consumo aparente de 2-EH en América Latina

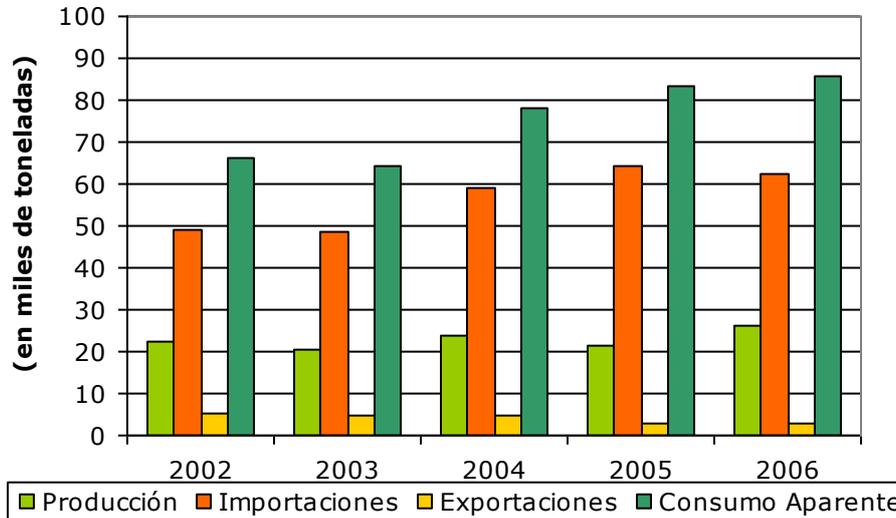


Fuente: Elaboración propia en base a datos del Anuario Petroquímico Latinoamericano 2007/2008.

El consumo de n-butanol totalizó casi 86.000 toneladas, siendo Brasil (65%) y México (27%) los principales consumidores. En el periodo analizado la demanda de este producto registró una tasa de crecimiento media del 6,6%. El consumo en Argentina fue de casi 4.284 toneladas.

En 2006 el déficit de este producto fue de más de 59.000 toneladas. Brasil y México fueron los principales importadores neto (29.000 y 22.000 toneladas respectivamente).

Gráfico 16: Producción, importación, exportación y consumo aparente de n-butanol en América Latina



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Anuario Petroquímico Latinoamericano 2007/2008.

8.3. Tecnologías

El n-butanol se obtiene principalmente a partir de propileno y gas de síntesis (H_2 y CO). La ruta tradicional, basada en la fermentación de carbohidratos, se considera poco rentable para la nueva capacidad. Muchas de las instalaciones existentes se están convirtiendo a esta tecnología.

La opción es utilizar la síntesis-oxo (hidroformilación) para producir butiraldehído, el cual puede hidrogenarse para obtener butanol. El producto alternativo es 2-EH, el cual se produce por la reacción de condensación aldol seguida por hidrogenación catalítica²⁶. En los procesos nuevos, el propileno y el gas de síntesis pueden convertirse directamente a una mezcla de n e iso-butanol y 2-etilhexanol sin aislar el butiraldehído (McCann y Sigurdson, 2000).

Tabla 9: Consumo de Materias primas e insumos por tonelada de Butiraldehído

Propileno	600 Kg
Gas de síntesis ($CO + H_2$)	28.000 scf

Tabla 10: Consumo de Materias primas e insumos por tonelada de n-butanol por hidrogenación

Butiraldehído	1.020 Kg
Hidrógeno	15.000 scf

Tabla 11: Consumo de Materias primas e insumos por tonelada de 2-EH por hidrogenación

Butiraldehído	1.200 Kg
Hidrógeno	10.000 scf

Fuente: Mccann y Sigurdson (2000).

En el proceso directo a partir de gas de síntesis (a través del cual se genera n-butanol y 2-EH) los consumos son los siguientes:

Tabla 12: Consumo de Materias primas e insumos por tonelada de n-butanol a partir de gas de síntesis

Propileno	1.050 Kg
Gas de síntesis	17.000 scf
Hidrógeno	5.000 scf

Fuente: Mccann y Sigurdson (2000).

Las plantas instaladas se encuentran en un rango de 30.000 a 350.000 t/año. La escala mínima mundial es de 150.000 t/año. Para el 2-EH, puede reducirse a 50.000 t/año.

8.4. Potencial en Santa Cruz

Si bien el mercado interno de estos productos es muy reducido, la región podría constituir en el mediano plazo una oportunidad de negocio. En efecto, si se mantienen las tasas de crecimiento registradas en el periodo analizado, podrían sustituirse las importaciones internas y colocar el excedente en los países de la región. Dada la escala de producción que se alcanzaría con la materia prima disponible, el proyecto se orientaría fundamentalmente al mercado de exportación. La tendencia mundial a reemplazar el DOP, principal derivado del 2-EH, por otros plastificantes abre interrogantes respecto del futuro del 2-EH en la región.

Los aspectos técnicos no constituyen una restricción ya que la materia prima disponible alcanzaría para instalar una planta de escala mundial.

9. Selección de los productos potenciales

9.1. Criterios de selección

Para seleccionar los derivados con mayor potencial en Santa Cruz se utiliza el método cualitativo por puntos. Este método se encuentra ampliamente difundido en la literatura

²⁶ Actualmente, casi todo el 2-EH es producido por hidroformilación catalítica de propileno con gas de síntesis (monóxido de carbono e hidrógeno). La mayoría de los procesos catalíticos utilizan catalizadores de rodio. (ICIS, 2006).

sobre evaluación de proyectos de inversión²⁷ para decidir temas relacionados con la localización de los mismos; sin embargo el esquema racional del procedimiento permite su aplicación para resolver cualquier problema decisional. En efecto, en el trabajo "propylene upgrading prospects"²⁸ se utiliza una variante de este método para priorizar las alternativas potencialmente atractivas para la región de Alberta, en Canadá.

Con esto se busca fundamentalmente determinar a nivel perfil si existe alguna razón que justifique el abandono inmediato de alguna alternativa considerando un mínimo de información, antes de seguir empleando recursos en profundizar el análisis.

El método consiste en asignar valores a una serie de factores que se consideran relevantes para tomar la decisión, lo cual conduce a una comparación cuantitativa de las diferentes alternativas. La ventaja de este método es que es sencillo y rápido, pero su principal desventaja es que tanto el ponderador asignado como la calificación que se otorga a cada factor relevante, dependen casi exclusivamente de las preferencias del investigador.

Otros métodos que permitirían establecer un orden de prioridad de alternativas, como los métodos de decisión multicriterio discretos, entre ellos el Analytic Hierarchy Process (AHP), también están sujetos a las preferencias del investigador²⁹.

Para aplicar el método cualitativo por puntos en este proceso de decisión, se define un conjunto de criterios relevantes, asignándole a cada uno un valor relativo según su importancia (porcentaje que se denomina peso relativo o factor de ponderación).

El primer conjunto, y el de mayor peso relativo, se refiere a cuestiones de mercado y está integrado por los siguientes criterios:

- Tamaño y crecimiento del mercado nacional.
- Tamaño y crecimiento del mercado regional.
- Valor agregado³⁰.

²⁷ Baca Urbina (2001), Ruddell Reed (1971), Sapag Chain (2007) y Semiraz (2006).

²⁸ presentado por T.J. Mccann and Associates LTD. y Sigurdson & Associates para Alberta Department of Economic Development, Marzo 2000.

²⁹ Estos métodos resumen en una matriz de impacto los pesos relativos asignados por el decisor a cada criterio y en función de dichos criterios, obtienen otra matriz de valoración de alternativas. Posteriormente, se obtiene un modelo de agregación de preferencias en una síntesis global, ordenación, clasificación, partición o jerarquización de dichos juicios para determinar la solución que globalmente recibe las mejores evaluaciones.

³⁰ Se entiende por valor agregado "the difference between a product's market sales price and the cost of input material". Esta definición señala un importante aspecto del concepto: el valor agregado de un producto no está determinado por el productor, sino por el mercado. (Per Lind, 2005)

El segundo conjunto está relacionado con los aspectos técnicos, incluyendo:

- Disponibilidad de propileno para operar una planta de escala mundial.
- Requerimientos de otras materias primas.

Tabla 13: Criterios relevantes

Criterios Relevantes	Peso relativo
Mercado Nacional	35%
Mercado Regional	25%
VA	10%
Propileno	15%
Otras MP	15%
Total Criterios	100%

Fuente: Elaboración propia.

9.2. Calidad requerida del propileno

En el ranking de las opciones de inversión una cuestión importante a considerar es que el volumen y la calidad del propileno se ajusten a la demanda de cada proceso químico particular. A continuación se detalla la calidad del propileno requerida para producir cada uno de los productos analizados.

Tabla 14: Calidad del propileno requerida por producto

Producto	Calidad típica	Calidad Alternativa
Polipropileno*	Polímero	Químico alto
Acrilonitrilo	Refinería	Químico
Cumeno	Refinería	Químico
Óxido de propileno	Químico	Polímero
n-butanol	Refinería	Químico
Ácido Acrílico	Químico	Polímero
Isopropanol	Químico	Refinería
2-etil hexanol	Químico	Refinería/gas de síntesis

*Incluye PP atáctico y copolímeros

Fuente: Mccann y Sigurdson (2000).

9.3. Prioridades

En función de los criterios expuestos, se construye una tabla en la que se agregan tantas columnas como opciones de inversión. Cada celda de las nuevas columnas indica el grado en que cada opción satisface a cada criterio relevante del análisis. De esta forma, se asignan valores entre 0 (indica que para esa alternativa el criterio es completamente desfavorable) y 5 (indica que para esa alternativa el criterio se comporta de forma óptima). Los valores intermedios representan situaciones más o menos favorables que las indicadas en estos casos extremos.

Se desestima el AA como opción de inversión ya que no es posible evaluar si satisface el conjunto de criterios referidos al mercado. Si bien el mercado interno presenta una tasa

de crecimiento favorable, su tamaño es poco significativo y no se dispone de información sobre el mercado regional como para evaluar una estrategia orientada al mercado de exportación.

Tabla 15: Análisis de las distintas alternativas

Criterios Relevantes	Peso relativo	Alternativas de inversión					
		PP	ACN	Cumeno Fenol	OP	IPA	Oxo-Alcoholes
Mercado Nacional	35%	5	2	2	3	2	2
Mercado Regional	25%	5	2	2	5	2	2
VA	10%	3	5	2	3	2	2
Propileno	15%	3	2	5	5	5	5
Otras MP	15%	5	2	1	5	5	5
Total Criterios	100%						

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se presentan los resultados que se obtienen al multiplicar el ponderador asignado a cada factor por el nivel de satisfacción que el mismo alcanza en cada opción. Para concluir, se suman las puntuaciones obtenidas por todos los criterios relevantes en cada alternativa, obteniéndose para cada una de ellas una puntuación ponderada.

Tabla 16: Puntuación obtenida

PP	ACN	Cumeno Fenol	OP	IPA	Oxo-Alcoholes
1,75	0,7	0,7	1,05	0,7	0,7
1,25	0,5	0,5	1,25	0,5	0,5
0,3	0,5	0,2	0,3	0,2	0,2
0,45	0,3	0,75	0,75	0,75	0,75
0,75	0,3	0,15	0,75	0,75	0,75
4,5	2,3	2,3	4,1	2,9	2,9

Fuente: Elaboración propia.

9.4. Conclusiones

El principal obstáculo a sortear en la mayoría de los derivados analizados es el tamaño del mercado nacional, lo cual plantea la necesidad de desarrollar inversiones aguas arriba de manera de crear mercado para colocar los productos intermedios.

Cabe destacar que Brasil evidencia el mayor desarrollo de la capacidad instalada de estos petroquímicos, país que ha sido uno de los menos beneficiados en cuanto a la disponibilidad interna de materias primas. Por consiguiente, el desarrollo alcanzado en este país no obedeció necesariamente a la disponibilidad de hidrocarburos, sino al desarrollo de los mercados (interno y de exportación) y a su política industrial.

El mercado interno de PP ofrece un fuerte potencial, dadas las tasas de crecimiento registradas en el periodo analizado. La región también constituye una oportunidad de mercado, principalmente en los primeros años de operación de la planta. La materia

prima disponible es el factor más desfavorable, ya que sólo permitiría alcanzar la escala mínima mundial. En cuanto a la calidad de la materia prima (propileno grado polímero), ésta cumple con las especificaciones requeridas para una operación eficiente de la planta.

El mercado regional de OP plantea algunos interrogantes respecto de la viabilidad comercial de esta alternativa. México es el principal importador neto de este producto, con lo cual el costo de la materia prima deberá ser lo suficientemente bajo como para cubrir los mayores costos de transporte. Asimismo, debería plantearse la posibilidad de producir dentro del complejo alguno de sus derivados con el objeto de crear demanda. La materia prima disponible resulta suficiente y sólo se requiere propileno grado químico.

Desde el punto de vista técnico, las perspectivas del IPA son buenas. Sin embargo, el mercado regional es pequeño y el bajo valor agregado del producto lo tornaría poco competitivo en mercados más alejados.

Dentro de los oxo-alcoholes, sólo el n-butanol representa una oportunidad de mercado potencial. Las bajas tasas de crecimiento del consumo de 2-EH y la tendencia mundial a reemplazar el DOP por otros plastificantes lo tornan poco atractivo.

La disponibilidad de propileno resulta insuficiente para alcanzar la escala mínima de producción de ACN. El amoníaco no constituiría en principio un factor limitante. El alto valor agregado de este producto no alcanza a contrarrestar el bajo volumen del mercado.

Junto al ACN, el cumeno/fenol constituyen las opciones menos atractivas. Si bien la falta de información no permite determinar el tamaño del mercado del cumeno, el análisis de su principal derivado permite concluir que la región no representa una oportunidad de mercado significativa. En cuanto a los aspectos técnicos, el requerimiento de benceno plantea inconvenientes. Con una disponibilidad de propileno para alcanzar la escala mínima mundial, se deberían importar 200.000 toneladas de benceno.

Por último, es importante señalar que los períodos de las series estadísticas analizadas en este trabajo se pueden considerar razonables para un estudio como el aquí realizado. Se desestimó el uso de técnicas econométricas con el objeto de dimensionar el mercado, ya que la restricción en los grados de libertad consecuencia de la falta de series largas atenta precisamente contra el uso de esta clase de técnicas. En efecto, las estadísticas utilizadas en el trabajo cubren entre una década y quince años. En casos específicos se cuenta con estadísticas sólo de un lustro.

CAPÍTULO 4 | Estudio de Mercado Polipropileno

1. Definición del Producto

El PP homopolímero isotáctico es muy adecuado para una variedad de usos finales, que van desde envases flexibles y rígidos a fibras y grandes piezas moldeadas para automóviles y productos de consumo.

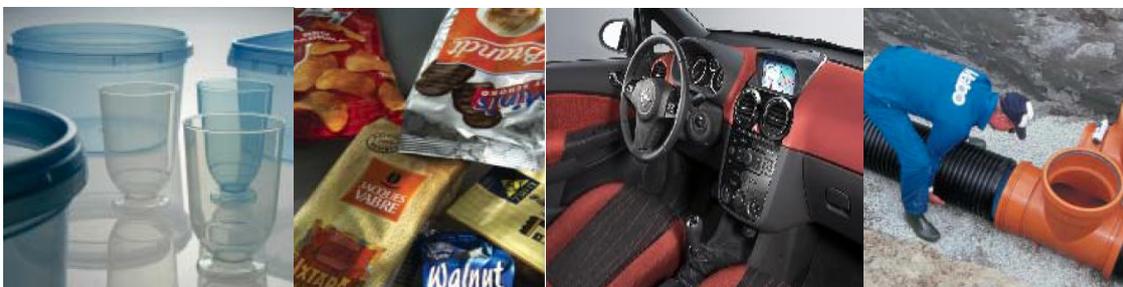


El PP es reciclable y puede ser incinerado sin emisiones tóxicas. Puede procesarse mediante extrusión, recubrimiento por extrusión, moldeo por soplado y moldeo por estirado-soplado, moldeo por inyección y termoformado.

Sus propiedades físicas pueden ser fácilmente mejoradas mediante la adición de cargas tales como carbonato de calcio o talco. Tiene una excelente resistencia química y propiedades de aislamiento eléctrico.

Las aplicaciones típicas del PP incluyen fibras y filamentos, films orientados y moldeados, artículos de moldeo por inyección, botellas y piezas moldeadas por soplado, y envases termoformados.

Los copolímeros random pueden producirse con excelentes propiedades ópticas y *sealing initiation temperatures* cumpliendo las regulaciones *Food and Drug Administration (FDA)* de EEUU para el contacto con alimentos. Los copolímeros heterofásicos con un comportamiento de baja temperatura, alta resistencia de impacto y mayor rigidez pueden obtenerse en el más amplio rango de *melt viscosities*.



Fuente: LyondellBasell

Como promedio global, los homopolímeros representan el 65%-70% del total de PP; los copolímeros random y terpolímeros el 10%-15% y los copolímero heterofásicos del 15%-20%.

Los Films y las fibras son los dos segmentos más grandes en el mercado global de PP, sin embargo los productos obtenidos por moldeo por inyección o por soplado y extrusión también dan cuenta de cantidades significativas (Meyers, 2005).

En la siguiente tabla se presentan los procesos típicos de transformación del PP y sus usos finales:

Tabla 17: Procesos de transformación del PP y usos finales

Procesos	Mercados/Usos finales
Extrusión de films	Film BOPP/ Film WQB/ film moldeado/(envases flexibles para productos textiles, de confitería, panadería y envoltorio de cigarrillos)
Multifilamentos	rafia/ cinta fibrilada para soporte de alfombras, geotextiles ³¹ , cuerdas y cordeles
Fibras no tejidas	Geotextiles y aplicaciones médicas
Moldeo por inyección	Partes para automóviles, aparatos, electrodomésticos, muebles, productos de consumo, envases (cajas, tapas y cierres, envases de paredes delgadas y transparentes)
Moldeo por soplado	Envases
Extrusión de perfiles	Tuberías, conductos, recubrimiento de cables, laminación

Fuente: LyondellBasell

El Polipropileno se beneficia de la competencia inter-polímero en determinadas aplicaciones, entre las que se pueden mencionar, el desplazamiento del poliestireno (PS) en la extrusión de láminas, del nylon en la fabricación de alfombras, de las resinas acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS) en aparatos, del PVC flexible en aplicaciones médicas, del polietileno de alta densidad (PEAD) en algunos envases como los de yogur, del tereftalato de polietileno (PET) en bandejas para horno microondas y botellas de agua, y del policarbonato en partes para la industria automotriz y para la construcción (ICIS, 2008a).

³¹ Tejido sintético que se emplea para separar suelos distintos, en sistemas de drenaje o para controlar la erosión de un terreno.

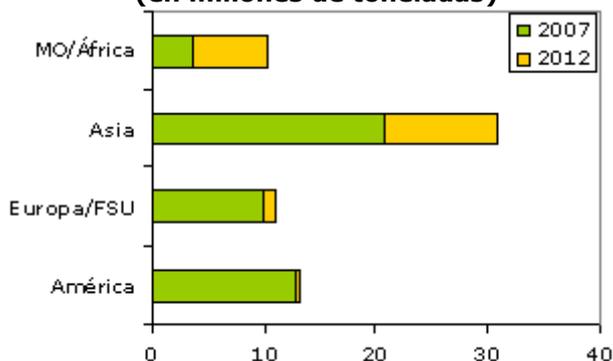
2. Mercado Mundial

2.1. Oferta

En 2007 la capacidad instalada mundial de polipropileno totalizó 49 millones de toneladas anuales y la tasa de operación fue superior al 90%. Según estimaciones de CMAI, en 2012 la capacidad instalada alcanzará las 68,2 millones de toneladas.

La capacidad adicional de PP se concentrará en Medio Oriente, aunque también se espera un incremento de la capacidad en América del Norte y Asia. En este sentido, existe una importante diferencia entre el polipropileno y el polietileno, ya que en el caso del PP la nueva capacidad de producción se encontrará más diversificada geográficamente, debido a la disponibilidad de propileno en otras regiones.

Gráfico 17: Capacidad de Producción de PP por región geográfica (en millones de toneladas)



Fuente: Rappaport y Quijada, 2008.

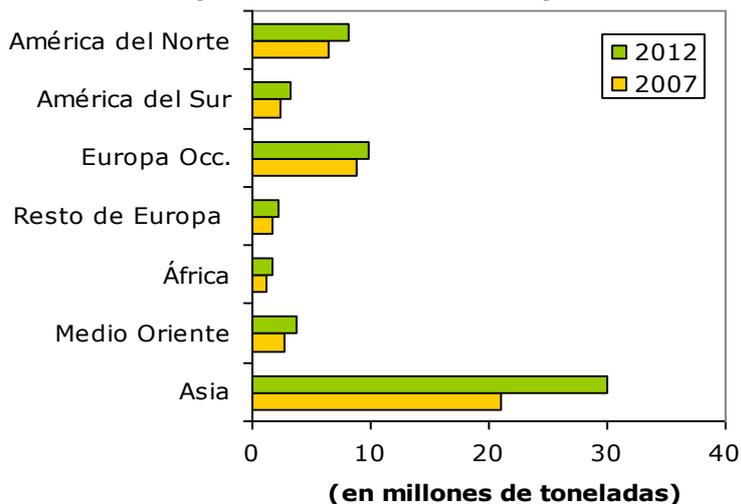
Si la nueva capacidad de propileno y polipropileno en Medio Oriente entra en operación de acuerdo a lo previsto, es probable que las tasas de operación disminuyan en 2010-2012. Sin embargo, los problemas asociados con esta transición serán mucho menor que los asociados al incremento de la capacidad de etileno y sus derivados en esta región.

2.2. Demanda

La demanda de polipropileno totalizó aproximadamente 44,4 millones de toneladas en 2007. Se espera que crezca a una tasa anual del 5,9% hasta 2012, alcanzando los 58,8 millones de toneladas en ese año (Rappaport y Quijada, 2008). La alta tasa de crecimiento del consumo de polipropileno refleja su continua penetración en aplicaciones cubiertas por materiales tradicionales y otros polímeros.

Las principales regiones de consumo son Europa Occidental, América del Norte y el Noreste de Asia (principalmente China), concentrando en conjunto aproximadamente el 70% de la demanda mundial. Las mayores tasas de crecimiento se registrarán en las economías emergentes de Asia (incluyendo el Noreste - 6,7%), Europa Central y Oriental (8,3%), Medio Oriente (8%) y África (8,5%). Los mercados más maduros, América del Norte y Europa Occidental, crecerán al 2,2% y 2,4% respectivamente.

Gráfico 18: Crecimiento de la demanda de PP por región geográfica (en millones de toneladas)

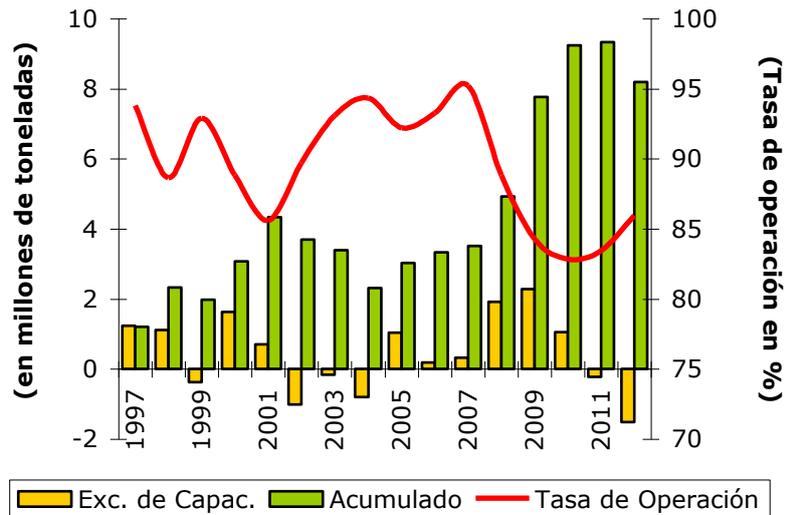


Fuente: Rappaport y Quijada, 2008.

Uno de los principales determinantes de la demanda de petroquímicos, y en particular de polímeros, es el crecimiento del PBI. El concepto de elasticidad permite determinar la sensibilidad de la tasa de crecimiento de la demanda de estos productos frente a variaciones en el crecimiento del PBI. En el ámbito mundial, este indicador tiene un valor de 2,3; con lo cual ante un incremento del 1% de la tasa de crecimiento del PBI el crecimiento de la demanda se duplica y viceversa. (Swanson, 2008).

2.3. Balance de Oferta y Demanda

De acuerdo con lo expuesto, la incorporación de capacidad de producción permitirá satisfacer el crecimiento de la demanda de polipropileno, incluso podría esperarse un exceso de oferta a partir de 2009 que hará disminuir las tasas de operación.

Gráfico 19: Capacidad de producción mundial de PP y tasa de operación

Nota: Datos 2009-2012 estimados.

Fuente: Rappaport y Quijada, 2008.

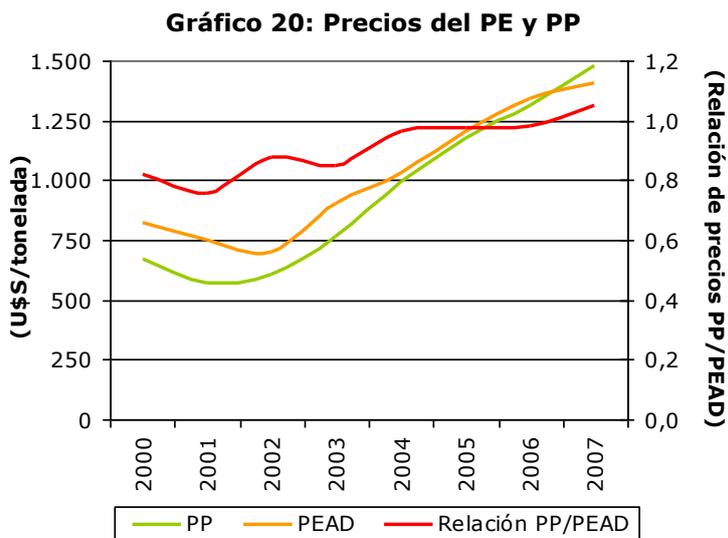
2.4. Comercio Internacional

Estados Unidos y Europa Occidental han sido históricamente los mayores exportadores netos de polipropileno. Sin embargo, se espera que esta situación se modifique en la medida que China y Medio Oriente incrementen su capacidad de producción de acuerdo a lo previsto.

Si bien China incorporará mayor volumen de capacidad, continuará siendo importador neto, en tanto que Medio Oriente se convertirá en el mayor exportador neto del mundo.

2.5. Precios

Tanto el precio del PP como del PE se mantuvieron en niveles altos en los últimos años, sin embargo el PP registró precios mayores que los polietilenos en consonancia con lo ocurrido con las olefinas. Se espera una tendencia decreciente de los mismos como consecuencia de la entrada en operación de las plantas proyectadas.



2.6. Ciclo del negocio

Una de las características de la industria petroquímica es la naturaleza cíclica del negocio. Si bien los picos y valles pueden tener distinta amplitud, las fluctuaciones cíclicas seguirán existiendo ya que pareciera ser imposible balancear la nueva capacidad y el pronóstico de crecimiento de la demanda de manera que no se generen importantes excedentes o déficits. A continuación se presentan las curvas de costos del propileno y del polipropileno y se realizan algunas consideraciones sobre el impacto del próximo ciclo en la industria.

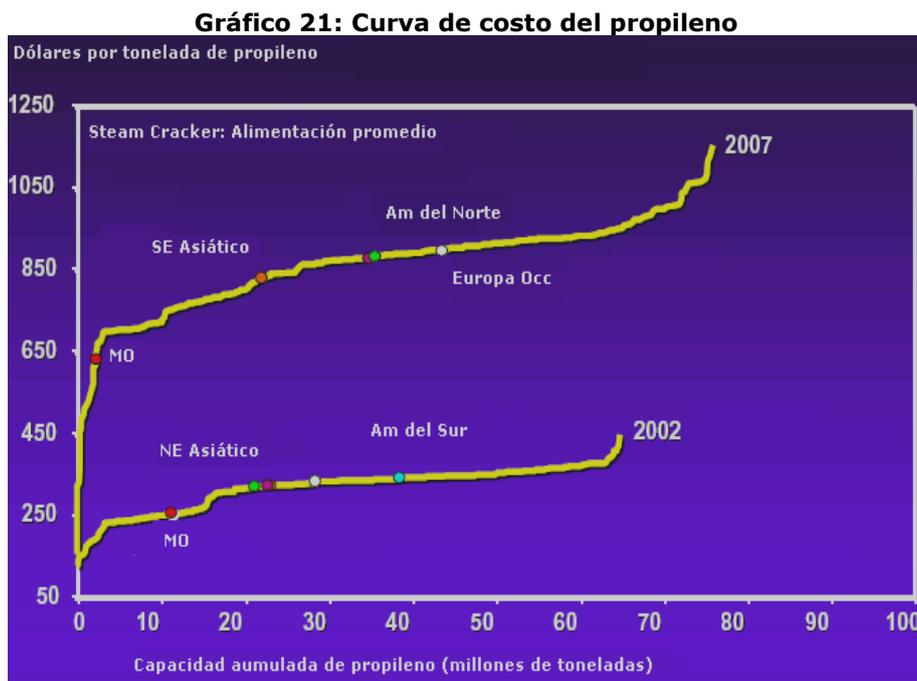
La curva de costo ordena todas las plantas en forma ascendente según el *cash cost*³² de las mismas. En este sentido, los productores posicionados sobre el lado izquierdo de la curva de costo son los más competitivos, mientras que a medida que se avanza hacia la derecha de la curva los productores enfrentarán dificultades para mantenerse en el mercado en la fase descendente del ciclo.



El mercado pagará hasta la última tonelada necesaria para balancear la demanda y la oferta. Las toneladas cuyo costo exceda este punto de corte no serán requeridas y por tanto remuneradas por el mercado. Si existiera exceso de demanda, los precios subirían de modo de justificar la operación de los productores de mayor costo. Por el contrario, si existiera exceso de oferta, los precios caerían remunerando sólo a los productores más eficientes, quedando fuera del mercado los productores de mayor costo (ICIS, 2007e).

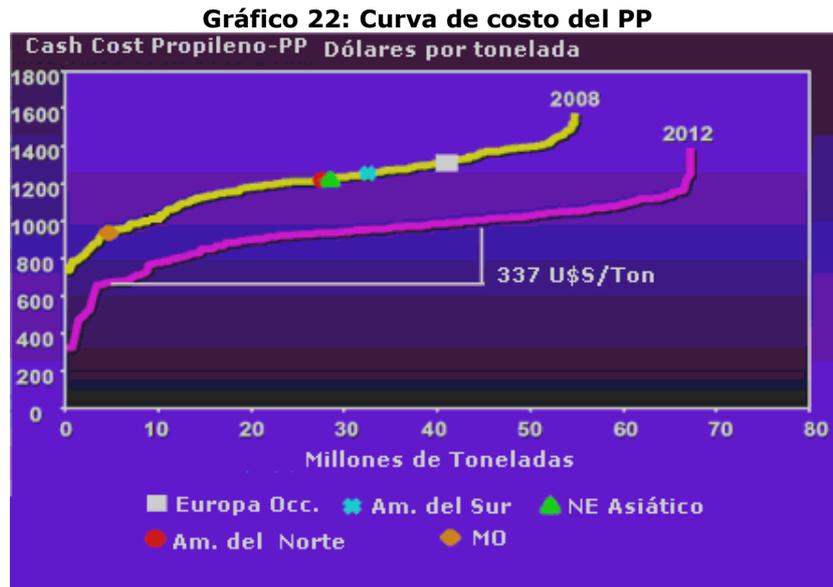
³² Se entiende por *cash cost* la suma del costo de la materia prima, costos variables y fijos en efectivo involucrados en la operación del negocio.

En 2007 en Europa Occidental y en Estados Unidos el *cash cost* del propileno superó los 850 U\$/tonelada, mientras que el costo de un productor de Medio Oriente fue levemente inferior a los 650 U\$/tonelada. Si bien es importante la diferencia de costos entre los productores localizados en estas regiones, es significativamente inferior a la observada en etileno. En efecto, el *cash cost* del etileno en Europa Occidental y en Estados Unidos alcanzó en 2007 los 700 U\$/tonelada, mientras que el costo de un productor base etano en Medio Oriente fue de 100 U\$/tonelada.



En cuanto al PP, en 2008 el *cash cost* de un productor integrado en Medio Oriente fue de aproximadamente 1.000 U\$/tonelada, en tanto que el *cash cost* de los productores localizados en América del Sur fue de poco más de 1.200 U\$/tonelada. Con lo cual, los productores locales de polipropileno podrían competir exitosamente en el mercado nacional y regional con las importaciones provenientes de Medio Oriente.

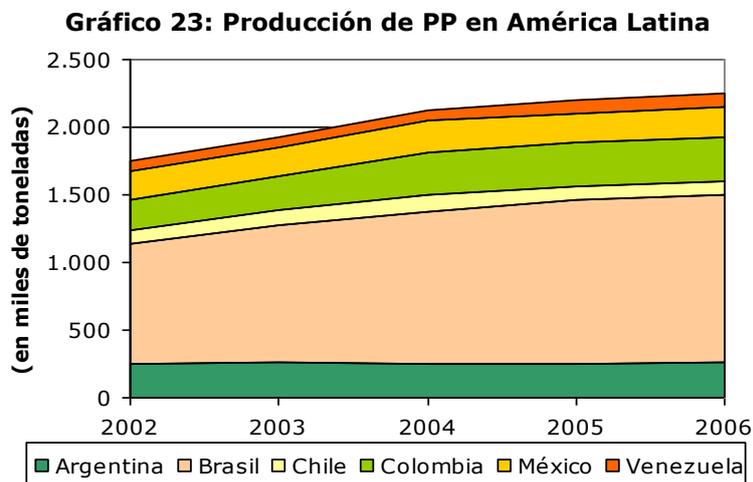
Se espera que hacia el año 2012 la curva de costo se desplace hacia abajo como consecuencia de la disminución de los precios de la energía.



3. Mercado Regional³³

3.1. Oferta

La capacidad instalada de PP en la región al año 2006 era de 2,5 millones de t/año y la producción de PP totalizó 2,25 millones de toneladas. Brasil da cuenta de casi el 55% de la oferta regional.



Varios países de la región están promoviendo inversiones en el sector de olefinas y poliolefinas. Brasil está llevando a cabo grandes proyectos en el ámbito local y exterior. Perú también impulsa activamente el desarrollo petroquímico y Venezuela continúa

³³ El análisis del mercado regional se realiza en base a las estadísticas presentadas en el Anuario Petroquímico Latinoamericano 2007/2008 de la Asociación Química y Petroquímica Latinoamericana [APLA]. Los países incluidos en el análisis son: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, Perú, Uruguay y Venezuela.

diversificando su cartera de clientes de petróleo y estimulando grandes proyectos tanto en el ámbito nacional como extranjero. A continuación se detallan en particular los distintos proyectos de PP en etapa de estudio, ingeniería y construcción que existen en la región.

3.1.1. Brasil

Petrobras, junto con el grupo nacional Ultra y el Banco de Desarrollo Brasileño se asociaron para formar el complejo petroquímico Comperj localizado en Río de Janeiro. El proyecto incluye unidades de producción de petroquímicos de primera y segunda generación (entre otros, 850.000 t/año de PP) y se estima que estará completamente operativo hacia el año 2014.

Braskem está aumentando su capacidad de producción mediante la ampliación de las instalaciones existentes. Asimismo, se encuentra bajo estudio una nueva planta de polipropileno en Camaçari (estado de Salvador de Bahia) para 2012.

La disponibilidad de crudos cada vez más pesados torna menos competitiva la industria petroquímica, razón por la cual Braskem busca nuevas oportunidades de crecimiento en el exterior (Venezuela y México) donde encuentra materia primas más competitivas (Hartveld, 2010). En Venezuela, proyecta construir junto a Pequiven una planta con capacidad para 300 mil t/año de PP en el complejo Paraguaná.³⁴

3.1.2. Colombia

Colombia cuenta con interesantes posibilidades de desarrollo, especialmente a partir de que Ecopetrol ha adquirido Propilco (productora de polipropileno). Esta empresa ampliará su línea de producción de polipropileno Unipol de 200.000 toneladas anuales a 250.000 toneladas anuales en 2009, y su línea Novolen de 200.000 toneladas anuales a 250.000 toneladas anuales en 2010. Para entonces, Ecopetrol suministrará la totalidad de las necesidades de propileno de Propilco. En la actualidad depende totalmente de la importación de esta materia prima.

³⁴ El proyecto original preveía la instalación de una unidad de deshidrogenación de propano integrada a una planta de polipropileno con capacidad para producir 450 mil t/año en el Polo petroquímico San José (<http://www.braskem.com.br>).

3.1.3. Venezuela

El plan Revolución Petroquímica 2007-2013 que lanzó el gobierno de Venezuela incluye 35 proyectos para la producción de petroquímicos básicos y 52 para transformarlos en productos finales.

Actualmente, se están ampliando algunas unidades de producción (por ejemplo, en el polo Ana María Campos, Propilven amplió su capacidad de producción de PP en 35.000 t/año). También se encuentran bajo estudio nuevos complejos en Navay, Puerto Nutrias y Paraguaná. Este último incluiría, entre otras unidades, la planta de 300.000 t/año de PP en la que participa Braskem y otras 2 unidades de 400.000 t/año cada una, las cuales entraría en operación hacia 2013³⁵.

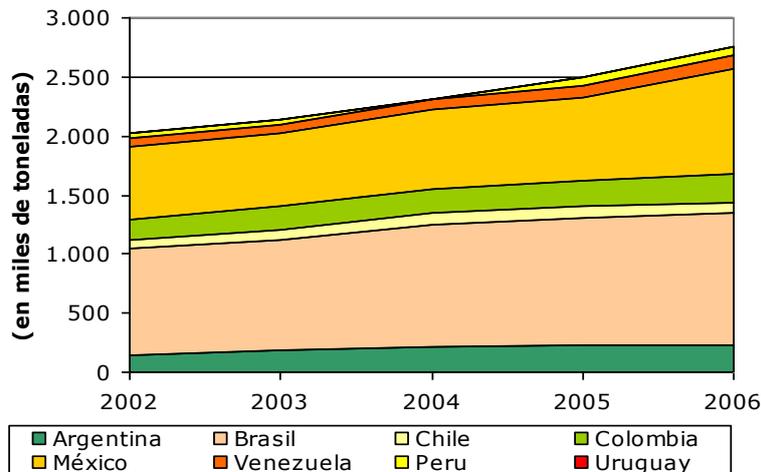
3.1.4. Trinidad y Tobago

El grupo químico LyondellBasell, el gobierno de Trinidad y Tobago, la compañía Nacional de Gas, la Corporación Nacional de Energía y la contratista alemana Lurgi han firmado un acuerdo de desarrollo de proyecto que incluye la producción de 450.000 toneladas anuales de PP sobre la base de tres plantas a escala mundial, una planta de metanol y otra de metanol a propileno. Se espera que entre en operación hacia 2012 (Hydrocarbon Processing, 2008).

3.2. Demanda

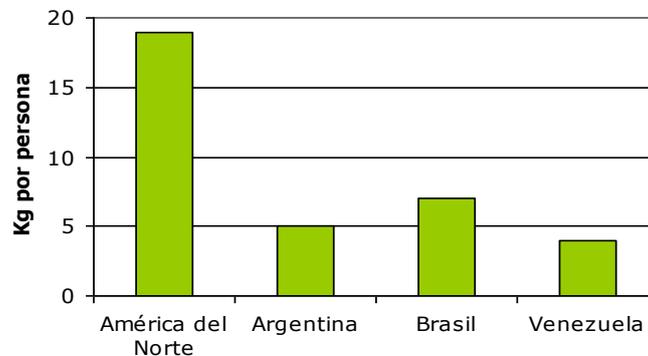
En 2006 la demanda regional de polipropileno ascendió a 2,7 millones de toneladas, alrededor de un 15% superior que el año anterior. En el periodo 2002-2006 el consumo de este polímero creció en promedio al 8% anual. Según estimaciones de Nexant se espera una tasa de crecimiento similar para los años 2008-2010, disminuyendo luego al 5%-6,5% hasta el año 2015.

³⁵ <http://www.pequiven.com>

Gráfico 24: Consumo Aparente de PP en América Latina

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Anuario Petroquímico Latinoamericano 2007/2008.

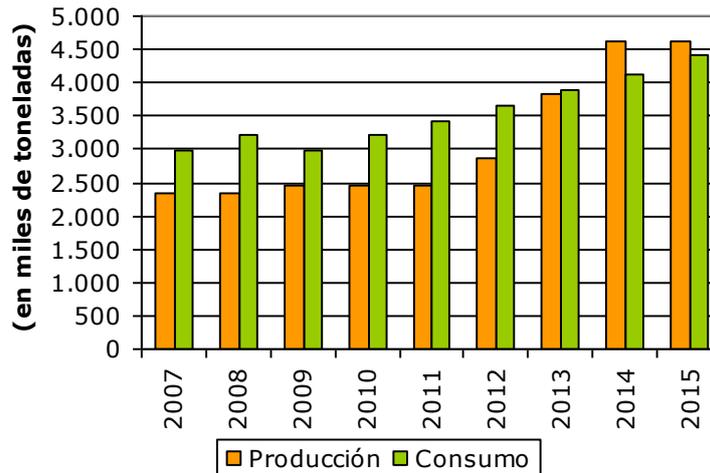
La brecha entre el nivel de consumo de PP per cápita de algunos países de la región y América del Norte, revelaría la existencia de un mercado en crecimiento. Sin embargo, existen otros factores que influyen en la demanda de los polímeros que no deben perderse de vista: ingreso disponible, desarrollo industrial, canales de distribución, logística y aceptación por parte del público, entre otros.

Gráfico 25: Consumo de PP per cápita en 2007

Fuente: Swanson, 2008.

3.3. Balance de Oferta y Demanda

Si se proyecta el consumo regional a las tasas previstas y la producción en función de los proyectos mencionados (considerando una tasa de operación del 90% y suponiendo que entren en operación en los plazos previstos), la región mantendrá un déficit de este producto hasta el año 2013, a partir del cual se revertirá la situación como consecuencia de la entrada en operación de la nueva capacidad en Venezuela y en el complejo Comperj de Brasil.

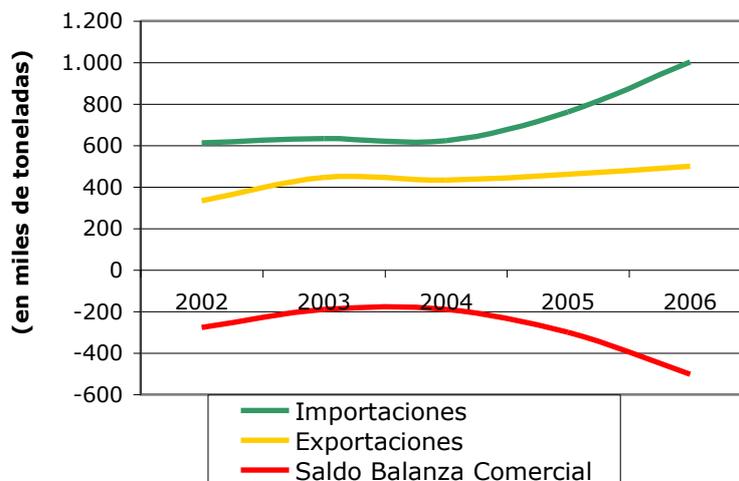
Gráfico 26: Oferta y Demanda proyectada en América Latina

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Anuario Petroquímico Latinoamericano 2007/2008.

Estos datos verifican las proyecciones realizadas por Nexant, según las cuales hacia el año 2015 la región presentaría una sobreoferta de este polímero que en parte podría ser absorbida por Estados Unidos, país para el cual prevé déficit (Swanson, 2008).

3.4. Comercio Internacional

La región fue importadora neta de este producto durante el periodo 1999-2006. En 2006 el déficit totalizó aproximadamente 0,5 millones de toneladas. México es el principal importador neto de PP con un déficit de alrededor de 0,7 millones de toneladas. Brasil con un saldo de balanza comercial de 0,1 millones de toneladas es el mayor exportador neto de la región.

Gráfico 27: Saldo de la Balanza Comercial de PP en América Latina

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Anuario Petroquímico Latinoamericano 2007/2008.

4. Mercado Nacional

4.1. Oferta

La capacidad instalada local es de 320.000 toneladas anuales y se concentra en dos productores: Petroquímica Ensenada S.A. (PETROKEN) y Petroquímica Cuyo.

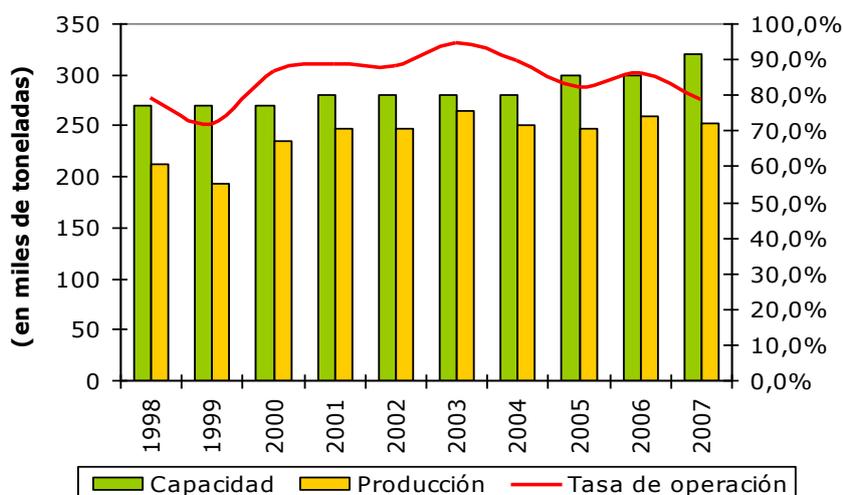
PETROKEN, se encuentra localizada en Ensenada (Buenos Aires) y tiene una capacidad instalada de 190.000 toneladas anuales. El suministro de materia prima está asegurado a través de contratos de largo plazo con YPF S.A. y Shell CAPSA.

La cartera de productos de PETROKEN abarca homopolímeros y copolímeros LIPP, Novolen y Spheripol; como así también compuestos de polipropileno con formulaciones de Montell y largor (fusionadas en Basell) y los propios masterbatches de PETROKEN.

Petroquímica Cuyo cuenta con una capacidad instalada de 130.000 toneladas al año en Luján de Cuyo (Mendoza). Su principal fuente de abastecimiento de materia prima es la Refinería de Luján de Cuyo, de Repsol YPF, situada frente a la planta.

Bajo la marca Cuyolen, produce y comercializa homopolímeros, copolímeros de impacto y copolímeros random; y bajo la marca Cuyotec, ofrece poliolefinas especiales destinadas a aplicaciones específicas para los mercados de packaging flexible, construcción e industria automotriz. Ambas líneas conforman una oferta amplia destinada a satisfacer los requerimientos de los distintos segmentos de mercado.

En 2007 la producción nacional fue de 252.000 toneladas, un 2,5% menor que el año anterior. La tasa de operación disminuyó en los 5 años del periodo analizado, pasando de 94,5% en 2003 a alrededor del 78% en 2007.

Gráfico 28: Capacidad, Producción y Tasa de Operación Nacional

Fuente: Elaboración propia en base a Información Estadística de la industria Petroquímica y Química de la Argentina, 2008.

Según declaraciones del presidente de PETROKEN, la caída de la tasa de operación en esta empresa se debe a que desde 2004 el suministro de materia prima es inferior al volumen requerido para que la planta opere a plena capacidad. Esta situación no se revertirá hasta tanto no se realicen las inversiones necesarias para ampliar la capacidad de refinación de crudo.

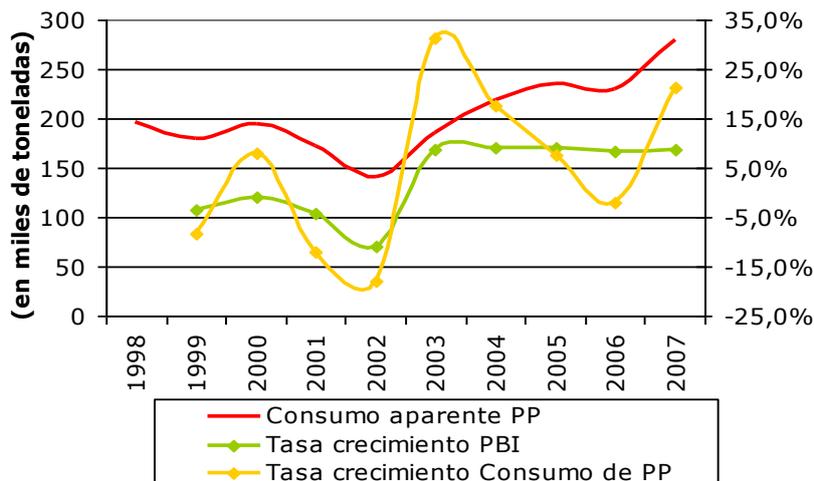
Actualmente, la falta de confianza en la estabilidad jurídica y la permanente escasez de energía y gas natural son los principales obstáculos para realizar inversiones en el sector.

En efecto, PETROKEN está estudiando la posibilidad de ampliar la capacidad de producción de polipropileno a 240.000 toneladas anuales, sin embargo hasta tanto no tenga asegurado el suministro de materia prima no llevará a cabo esta inversión, concentrando sus recursos en compuestos de polipropileno³⁶.

4.2. Demanda

El consumo local en 2007 fue de 279.000 toneladas, registrando un incremento del 21% aproximadamente. En el periodo 2002-2007 la demanda de este producto creció en promedio a un 14,7% anual. Se espera que en 2010 la demanda de polipropileno alcance un valor de 350.000 toneladas y supere las 480.000 toneladas en 2015 (IPA, 2008a).

³⁶ Revista Petroquímica, Petróleo, Gas & Química, *PETROKEN*: "Nos falta un 15% de la materia prima que necesitamos". Entrevista con el titular de la compañía, Ignacio Noel, año 26 N° 231, Marzo 2008. Revista Petroquímica, Petróleo, Gas & Química, "No hay inversiones por los altos costos y la falta de materias primas". Entrevista con el titular de la compañía, Ignacio Noel, año 28 N° 260, Octubre 2010.

Gráfico 29: Consumo de PP, tasa de crecimiento del Consumo de PP y del PBI

Fuente: Elaboración propia en base a Información Estadística de la industria Petroquímica y Química de la Argentina 2008 e INDEC.

Se verifica la relación existente entre la evolución del PBI y la demanda de polímeros. En efecto, el consumo de PP exhibe una tendencia descendente hasta el 2002, año a partir del cual comienza a crecer sostenidamente producto de la recuperación de la actividad económica.

En la siguiente tabla se presenta la estructura del mercado de PP según segmento de procesamiento y aplicación.

Tabla 18: Estructura del Mercado en 2007 (en %)

Inyección	27
Films	25
Fibras y filamentos	21
Extrusión	12
Rafia	12
Termoformado	2
Soplado	1
Total	100

Fuente: Elaboración propia en base a Información Estadística de la industria Petroquímica y Química de la Argentina 2008

El segmento de *inyección* representa el 27% del consumo local de PP y presenta una amplia gama de aplicaciones: autopartes, tapas roscadas para envases, tapas para bebidas carbonatadas, artículos de menaje (*houseware*), *fittings*, muebles de jardín y diversos artículos inyectados. Entre los mayores consumidores se destacan: **Ravisud** y **Engelmann** en tapas roscadas, **Alusud** (Alcoa) y **Aluplata** (Crown Cork) en tapas para bebidas –ambas pertenecientes a multinacionales–, **Garden Life**, **Mascardi** y **Plásticos Munro** en muebles de jardín, **Colombraro** en menaje e **IPS** en *fittings*.

Alrededor del 15% del consumo de PP para inyección se materializa a través de **compuestos de PP**, que se destinan a la producción de autopartes (principales productores: **Dynamit Nobel Argentina S.A., Lodigiani y Leali, L´Equipe Monteur**), electrodomésticos y diversas piezas industriales. Se trata de mezclas de PP con diferentes "cargas", que le otorgan al polímero propiedades especiales. **Petroken y GE Plastics** cubren con producción local el 80% de la demanda de compuestos de PP.

El segmento de procesamiento de *PP para film* –que representa el 25% del consumo local de PP- comprende la producción de *film* biorientado (BOPP), *film* monorientado (OPP) y *cast film*. Sus productos se destinan al *packaging*, principalmente de alimentos. El único productor de *film* BOPP es **Vitopel**. En lo que respecta a *cast film*, también existe un sólo productor local, **Chemton**.

La producción de *fibras de PP* ha crecido significativamente como resultado de la difusión masiva de productos descartables - principalmente pañales - y de la expansión de la industria automotriz. Los productores de fibra cortada, orientados hacia la industria automotriz (alfombras) son **Agapol, Fibrafil y Telrad Cuyo S.A.** En cuanto a la producción de no-tejidos (*non wovens*), las empresas líderes son **Dominion Non Wovens y Softbond**.

La producción de *rafia* es el segmento más "tradicional" de procesamiento de PP. Comprende la producción de cintas tejidas para confección de bolsas y bolsones, utilizadas en actividades agropecuarias e industriales. Los principales productores son **Bolsarpil S.A., Almar, Mazzieri y Kentec Argentina S.A.**

Por último, el procesamiento de PP se completa con la *extrusión* de tubos, de láminas para termoformado, y de planchas, perfiles y láminas. También soplado de envases. En la fabricación de tubos, se destacan las firmas **Ferva** - termofusión - e **Industrias Saladillo** - tubo roscado y termofusión. Otros fabricantes menores son **IPS** y **Polimex**. En la producción de láminas para termoformado sobresalen **Estrulam** e **Interforming**. Los mayores consumidores de PP son empresas integradas, como **Bandex** (Grupo Inplast) y **Cotnyl**, que elaboran envases para alimentos (Ramal, 2003).

La mayor parte de estas plantas se encuentran localizadas en Buenos Aires y en menor medida en Córdoba y San Luis. La ubicación del proyecto en el extremo sur del país plantea un importante desafío logístico para colocar competitivamente el producto en el mercado objetivo.

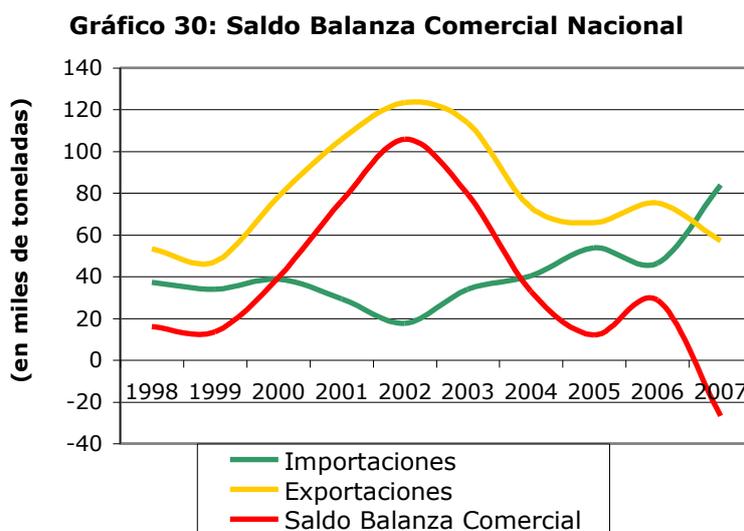
4.3. Balance de Oferta y Demanda

De acuerdo con lo expuesto, el mercado local registró en 2007 un exceso de demanda (alrededor de 27.000 toneladas). De no ampliarse la capacidad existente, aún cuando las plantas operen a plena capacidad, se espera un déficit de polipropileno de 30.000 toneladas en 2010 y de 160.000 toneladas en 2015.

4.4. Comercio Internacional

En 2007 se exportaron 57.000 toneladas y se importaron 84.000 toneladas, registrándose un déficit de 27.000 toneladas. Luego de una década de ser exportador neto, Argentina pasó a ser un importador neto de este producto.

Hacia el año 2003 se redujeron significativamente los saldos exportables y aumentaron las importaciones de este producto para satisfacer el creciente consumo interno. Cabe mencionar que las importaciones de PP corresponden principalmente a variedades del polímero que no se producen localmente.



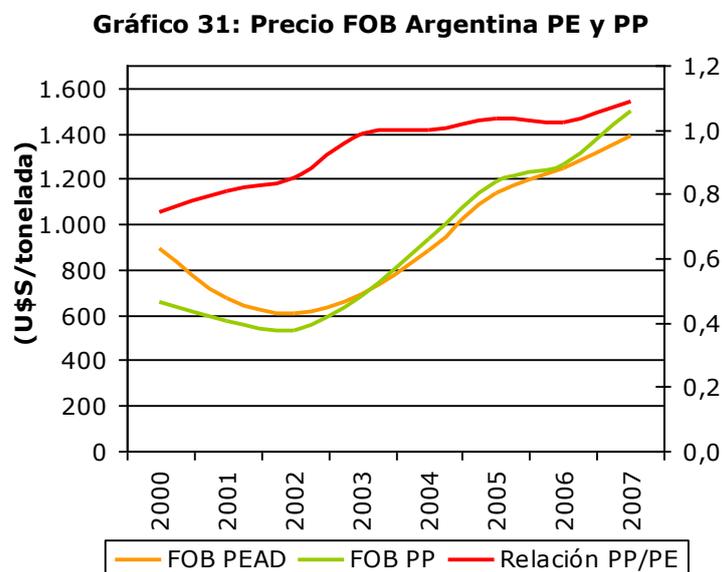
Fuente: Elaboración propia en base a Información Estadística de la industria Petroquímica y Química de la Argentina, 2008.

4.5. Precios

La industria petroquímica establece sus precios de acuerdo al costo de oportunidad resultante de la importación de los polímeros (*import parity*). Al establecer los precios internos, los productores locales de polímeros realizan una estimación del "costo despachado" de importación de un hipotético competidor externo, al que se suma un "premio" para el productor local, equivalente a los costos de transacción ("molestia de importar") que se originan en un transformador plástico cuando pretende adquirir el

producto importado. Por lo tanto, el "precio límite" de los polímeros termoplásticos en el mercado interno viene determinado por: el valor FOB del producto; los fletes; los aranceles de importación y los gastos de despacho (bancarios y aduaneros) (Ramal, 2003).

Como se mencionó, los precios mundiales de las olefinas y poliolefinas presentaron una tendencia creciente en los últimos años. En el siguiente gráfico se muestra la evolución de los precios FOB del PE y el PP en el mercado local. En 2003 la relación de precios alcanza la unidad. En los años siguientes el precio del PP fue mayor que el precio del PE, en consonancia con lo ocurrido en el mercado de olefinas. En 2007 el PE alcanzó un valor de 1.374 U\$/tonelada y el PP de 1.496 U\$/tonelada, ascendiendo la relación de precios a 1,08.



Fuente: Elaboración propia en base a Información Estadística de la industria Petroquímica y Química de la Argentina, 2008.

5. Resumen

El análisis realizado convalida las conclusiones preliminares alcanzadas en el capítulo anterior. El mercado interno de PP constituye una oportunidad de negocio atractiva. El mercado regional resulta relevante para colocar la producción excedente especialmente en los primeros años de operación de la planta.

El desarrollo de aplicaciones cada vez más desafiantes plantea la necesidad de anticiparse y acompañar los crecientes requerimientos del mercado. En este sentido, el proyecto debería focalizarse en la producción de PP especiales y PP de alta calidad dirigidos a abastecer nichos de mercado de alto valor agregado.

La tecnología propuesta permitiría avanzar en esa dirección. El proceso Spheripol permite obtener en una sola línea de polimerización una amplia gama de polipropilenos, incluidos los homopolímeros, copolímeros random y terpolímeros, así como los copolímeros de impacto heterofásicos y especiales cubriendo todos los campos de aplicación del PP.

La competencia más importante podría venir de la región especialmente si se concretan proyectos que cuentan con materia prima abundante y a bajo precio, con ventajas arancelarias y logísticas. La región no constituye una opción atractiva para los productores de Medio Oriente, excepto ante una crisis de sobreoferta o caída de la demanda en el Extremo Oriente (principalmente China). En esas circunstancias también es probable la competencia de otras regiones que actualmente colocan allí su producción (IPA, 2010).

La falta de inversiones en el sector energético paraliza los proyectos locales. La ausencia de planes de largo plazo y la falta de previsibilidad constituyen factores que desalientan las inversiones aguas abajo.

La localización de la planta en cercanías de la fuente de materia prima plantea un importante desafío logístico ya que el principal mercado procesador de polipropileno, Buenos Aires y sus alrededores, se encuentra a más de 2.400 km. Asimismo, se deberá desarrollar una red logística en torno al puerto de manera de poder atender embarques internacionales, asegurando así la cobertura del mercado nacional y regional.

CAPÍTULO 5 | Estudio Técnico

Actualmente las tecnologías más utilizadas a nivel mundial en plantas de fabricación de polipropileno son las ofrecidas por *Basell (Spheripol)*, *ABB Lummus Global (Novolen)* y *Dow Chemical (Unipol PP)*.

Estas tecnologías son de probada eficiencia y se encuentran en la madurez de su desarrollo. Las mismas son utilizadas en más del 70% de los desarrollos de proyectos mundiales para la producción de polipropileno.

Además de las mencionadas, se encuentran disponibles otras tecnologías como la *Spherizone (Basell)* y la *Borstar PP (Borealis)*.

En este estudio se describe con mayor profundidad la tecnología Spheripol, analizándose las capacidades y la economía del proceso, así como también la química y termodinámica del mismo. En cuanto a las otras tecnologías, sólo se presentan las características principales de las mismas. La escasa información disponible de estas tecnologías, en particular la falta de datos de consumos específicos e inversión, hace imposible la comparación de las distintas alternativas tecnológicas para la producción de PP.

1. Tipos de Procesos

Aunque los procesos comerciales de obtención del polipropileno son variados, se les puede clasificar, dependiendo del medio de reacción y de la temperatura de operación, en tres tipos: procesos en solución, procesos en suspensión y procesos en fase gas.

En la actualidad muchas de las unidades nuevas de producción incorporan procesos híbridos, en los que se combina un reactor que opera en suspensión con otro que opera en fase gas.

Los procesos en solución, prácticamente en desuso, son aquellos en los que la polimerización tiene lugar en el seno de un disolvente (generalmente un hidrocarburo) a una temperatura superior a la de fusión del polímero. Entre sus ventajas han contado con la fácil transición entre grados, gracias a la pequeña dimensión de los reactores empleados.

Los procesos en suspensión están configurados para que la reacción tenga lugar en un hidrocarburo líquido, en el que el polipropileno es prácticamente insoluble, y a una temperatura inferior a la de fusión del polímero (173° C). Dentro de este tipo de procesos existen marcadas diferencias en la configuración de los reactores (de tipo bucle o autoclave) y en el tipo de diluyente utilizado, lo que afecta a las características de la operación y al rango de productos que se puede fabricar.

Los procesos en fase gas están caracterizados por la ausencia de disolvente en el reactor de polimerización. Tienen la ventaja de poder emplearse con facilidad en la producción de copolímeros con un alto contenido de etileno (en otros procesos se pueden presentar problemas al agregar altas concentraciones de etileno, puesto que se hace aumentar la solubilidad del polímero en el medio de reacción).

2. El Proceso SPHERIPOL en perspectiva

La tecnología Spheripol representa el 45% de las tecnologías de PP de alto rendimiento y alta selectividad disponibles. Este proceso es el resultado de más de 40 años de mejora continua. Para entender las capacidades del mismo cabe analizar la evolución de la industria del PP destacando los grandes avances que han llevado a su descubrimiento.

En la década de 1960, los procesos de producción de PP empleaban catalizadores de bajo rendimiento o de "primera generación" (<1.000 kg de PP/ kg de catalizador) en reactores agitados mecánicamente llenados con un diluyente (hidrocarburo inerte). Los polímeros producidos con estos catalizadores tenían un residuo alto de metales y contenían un 10% de PP atáctico, lo cual exigía la separación. La eliminación de los residuos del catalizador y del PP atáctico implicaba el tratamiento del polímero con alcohol, compuestos orgánicos y/o lavados con agua, secado de múltiples etapas y sistemas de separación de catalizador y de amorfos. Estos procesos eran costosos y difíciles de operar. También requerían amplias instalaciones de tratamiento de agua y sistema de disposición de los residuos del catalizador.

Con los catalizadores de "segunda generación" aumentó el rendimiento (6.000 a 15.000 kg de PP/kg de catalizador) y la isotacticidad, pero no en un nivel que permitiera la simplificación del proceso de producción.

En la década de 1970, el descubrimiento de los catalizadores de alto rendimiento de "tercera generación" (15.000 a 30.000 kg PP/kg de catalizador) eliminó la necesidad de remover los residuos del catalizador, pero todavía la atacticidad era alta. Esto

simplificaba el paso del lavado, pero no eliminaba los pasos de recuperación del PP atáctico.

En la década de 1980, la "cuarta generación" de catalizadores de alto rendimiento y alta selectividad (HY/HS) (30.000 kg PP/kg de catalizador) eliminó la necesidad de remover el catalizador y el PP atáctico. Esto significó una importante simplificación del proceso y un mejoramiento de la calidad de los productos. Otros avances en el diseño del proceso a través del refinamiento de la fase gas y los reactores de polimerización a granel llevaron al desarrollo de la tecnología Spheripol en 1982.

Actualmente, las capacidades del proceso Spheripol son reforzadas por la generación actual de catalizadores, que tienen la capacidad de producir nuevas familias de productos con propiedades mejoradas. Ofrece un control aún mayor sobre la morfología, isotacticidad y peso molecular y continuamente desafía las nuevas fronteras en el desarrollo de polímeros de propileno.

De acuerdo con lo expuesto, la rápida y exitosa comercialización del PP se debió principalmente al continuo desarrollo de nuevos y mejorados catalizadores. Cada evolución o generación de catalizadores redujo la complejidad del proceso de producción y aumentó el control sobre la morfología de la resina. En el siguiente cuadro se presenta un breve resumen de la evolución de los catalizadores.

Tabla 19: Desempeño de las distintas generaciones de catalizadores

Generación	Composición del Catalizador	Rendimiento Kg PP/g cat.	Índice de Isotacticidad wt %	Control Morfológico	Requerimiento del proceso
1	TiCl ₃ /AlCl ₃ + DEAC	1	90-94	Imposible	Lavado y remoción de atáctico
2	TiCl ₃ + DEAC	10-15	94-97	Posible	Lavado
3	TiCl ₄ /éster/MgCl ₂ + AlR ₃ /éster	15-30	90-95	Posible	Remoción de atáctico
4	TiCl ₄ /diéster/MgCl ₂ + TEA/silane (HY/HS)	30-60	95-99	Posible	-
5	TiCl ₄ /diether/MgCl ₂ + TEA	70-120	95-99	Posible	-
6	Zirconocene + MAO	-	90-99	-	-

Nota: DEAC cloruro de dietilaluminio; TEA Trietilaluminio; MAO Metilaluminoxano

Fuente: Meyers, 2005.

2.1. Descripción del proceso

El proceso Spheripol, utilizando los catalizadores HY/HS de Basell, tiene la capacidad de producir esferas poliméricas directamente en el reactor. Es una tecnología modular que en su configuración más amplia presenta las siguientes unidades principales:

- Alimentación de Catalizador
- Polimerización
- Prepolimerización
- Polimerización a granel (homopolímero / copolímero random y terpolímero)
- Polimerización en fase gas (copolímeros de impacto heterofásicos y especialidades).



Fuente: LyondellBasell

En una etapa posterior se puede añadir una unidad de copolímero fase gas sin afectar la configuración inicial o sin que suponga costos significativos de implementación.

El sistema catalítico tiene tres componentes: el catalizador sólido, un alquilo de aluminio (utilizado para activar el catalizador) y una base de Lewis (utilizada para controlar el grado de cristalinidad del homopolímero). Los tres componentes se reciben por separado en la planta, se descargan en tanques pequeños y se alimentan en forma controlada a la sección de polimerización. El monómero alimentado a los reactores puede tratarse previamente para eliminar venenos.

En la polimerización a granel se utilizan reactores loop tubulares encamisados³⁷, los cuales son llenados completamente con propileno líquido para producir homopolímero, copolímero random y terpolímero. El catalizador, el propileno líquido y el hidrógeno³⁸ se alimentan continuamente al reactor loop.

La reacción de polimerización es exotérmica. El calor se elimina por medio de agua que circula dentro del encamisado del reactor.

Dentro del reactor circula una mezcla homogénea de esferas porosas de PP (donde reside el catalizador activo) suspendida en propileno líquido. Si se desea producir copolímero random o terpolímero, se alimenta a este reactor etileno y/o 1-buteno. Este proceso consigue una concentración de sólidos muy alta (por lo menos del 50% en peso), una buena extracción de calor (por la circulación de agua en la camisa del reactor) y el control de la temperatura (sin puntos calientes). El polímero resultante se descarga en forma continua desde el reactor, a través de un calentador flash, en un tanque de

³⁷ Se utilizan este tipo de reactores porque ofrecen bajo costo, alta transferencia de calor y mantienen uniforme la temperatura, la presión y la distribución del catalizador.

³⁸ El hidrógeno se emplea para controlar el peso molecular al actuar como agente de terminación de cadena. También aumenta la actividad del catalizador.

desgasificación. El propileno que no ha reaccionado se recupera, condensa y bombea nuevamente al reactor.

Se estima que el tiempo de residencia en el reactor es menor que en otras tecnologías debido a la mayor densidad del monómero y la creciente actividad del catalizador. El bajo tiempo de residencia se traduce en transiciones cortas durante los cambios de grado, mientras que el llenado completo de los reactores elimina cualquier riesgo de contaminación entre los diferentes grados, debido a la presencia de una interfaz entre el volumen de reacción y la separación real.

Para la producción de copolímeros de impacto y especialidades, el polímero del primer tanque flash es alimentado a un reactor fase gas de lecho fluidizado que opera en serie con los reactores loop. (Éste puede ser bypaseado cuando se produce homopolímero o copolímero random). En dicho reactor, un elastómero (goma de etileno y propileno) polimeriza dentro de la matriz de homopolímero que resultó de la primera etapa de reacción. Los poros desarrollados dentro de la partícula de homopolímero permiten que el compuesto gomoso crezca en su interior sin mostrar la naturaleza pegajosa de la goma, evitándose la formación de aglomerados que dificultan la operación.

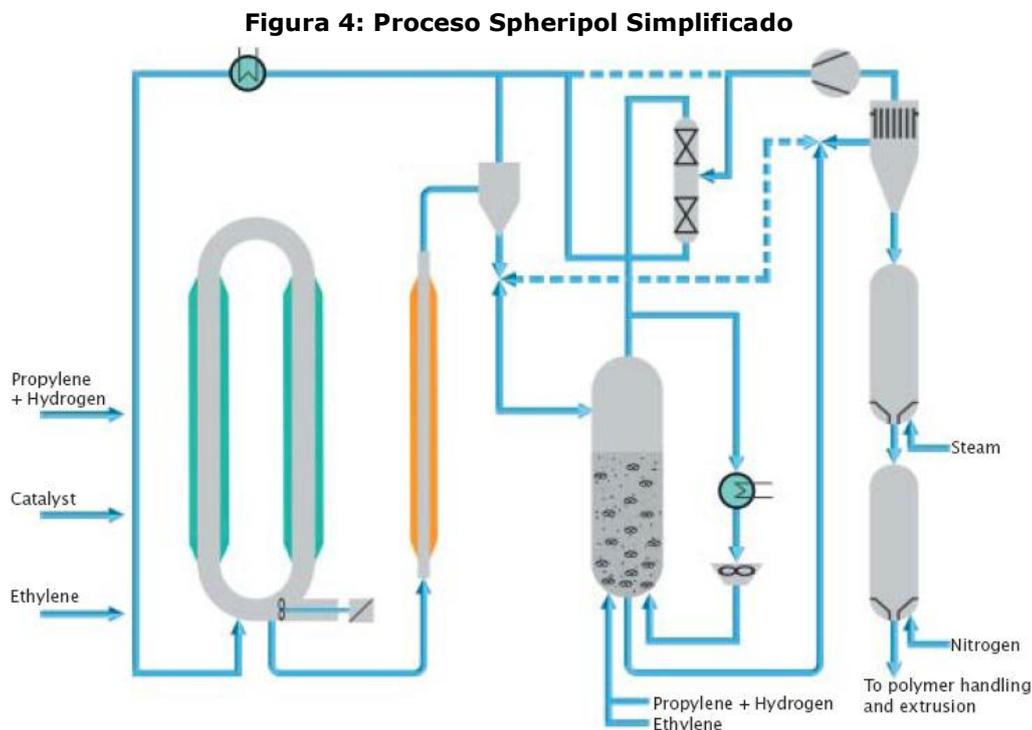
La fluidización se mantiene por la recirculación adecuada de gas reactivo. El calor de la reacción se extrae del gas reciclado por un intercambiador de calor y el gas enfriado vuelve a la parte inferior del reactor. Este tipo de equipo es eficiente ya que mantiene un alto grado de turbulencia a fin de mejorar la difusión del monómero y la velocidad de reacción y a su vez ofrece un sistema eficiente de eliminación de calor.

En la producción de copolímeros de impacto, por lo menos el 60% del producto final se produce en el reactor loop de la primera fase. Dado que el etileno es más reactivo que el propileno, los reactores fase gas son más pequeños que los que se necesitarían si este diseño se utilizara para la producción de homopolímero.

El polímero descargado de los reactores fluye a un separador de baja presión y posteriormente a un recipiente de tratamiento por vapor donde los residuos del catalizador se neutralizan y el monómero disuelto se remueve, recupera y recicla de nuevo al sistema de reactores.

Desde este recipiente, el polímero se descarga en un secador de lecho fluidizado pequeño con un sistema de circuito cerrado de nitrógeno caliente para remover la humedad. El

producto final se envía a una unidad de extrusión, donde se mezcla con aditivos y es extrudido en forma de pellets.



Nota: La línea punteada indica que la tecnología permite distintas formas de operación (con reciclo, sorteando el 2º reactor, etc.).

Fuente: www.basell.com.ar

2.1. Capacidades del proceso

2.1.1. Flexibilidad de diseño

Las plantas de proceso Spheripol son diseñadas en función de las necesidades de cada licenciatario y son lo suficientemente flexibles para ampliarse de acuerdo a la evolución del negocio. Dos elementos de diseño críticos que pueden expandirse fácilmente son la capacidad y la gama de productos obtenidos.

Las capacidades disponibles en una sola línea se encuentran en el rango de 40.000-450.000 t/año (utilizando tanto propileno grado químico como polímero). Este amplio rango de capacidades y el método de instalación modular permiten, dentro de ciertos límites, eliminar cuellos de botella fácilmente. Esto permite reducir los costos de capital inicial y adicionar capacidad cuando sea necesario.

Generalmente cuando se entra al negocio del PP se produce sólo homopolímero y copolímero random ya que estos productos son los menos costosos, fáciles de operar y representan el 75% de las ventas mundiales de PP. Una planta básica de homopolímero

puede ampliarse fácilmente para producir copolímeros de impacto heterofásicos y otros copolímeros de impacto especiales; productos más especializados que requieren una inversión adicional y apoyo técnico.

2.1.2. Versatilidad

En comparación con cualquier otra tecnología completamente en fase gas, una planta de proceso Spheripol ofrece en una sola línea de polimerización una amplia gama de productos abarcando todos los campos de aplicación del PP. Los intensos esfuerzos en el desarrollo de nuevas aplicaciones asegura que el PP obtenido con esta tecnología mantenga una posición de liderazgo en los segmentos de mercado más rentables, con buenos resultados en la introducción y posicionamiento de PP especiales y de "alta calidad".

La clave de esta versatilidad radica en la aplicación de los catalizadores Avant (Basell) de alto rendimiento y selectividad:

- Alta actividad de polimerización (40.000 kg/kg de catalizador), resultando un polímero de pureza extremadamente alta.
- Control de la estereoespecificidad de los polímeros.
- Control morfológico del tamaño, forma y distribución de partícula.
- Control de la distribución de peso molecular.
- El uso de monómero grado polímero o químico.
- Homopolímeros, copolímeros random, terpolímeros, copolímeros de impacto heterofásicos y especialidades.

2.2. Economía del proceso

2.2.1. Confiabilidad y operabilidad

El proceso Spheripol ha demostrado ser confiable. Desde 1982 ha sido continuamente refinado y optimizado. Las encuestas anuales realizadas en todo el mundo revelan una tasa de operación media del 98%. De un promedio del 2% del tiempo de inactividad, menos del 1% se debe a las características del proceso.

Los factores claves que contribuyen a explicar esta alta operatividad incluyen:

- Un diseño de proceso sencillo y directo con equipos simples y confiables.
- Facilidad para cambiar los productos en línea.

- Rápida puesta en marcha tras una parada de planta.
- No existe manteniendo programado con fines de limpieza o de inspección.

2.2.2. Consumos

En la siguiente tabla se presentan los consumos específicos típicos de esta tecnología.

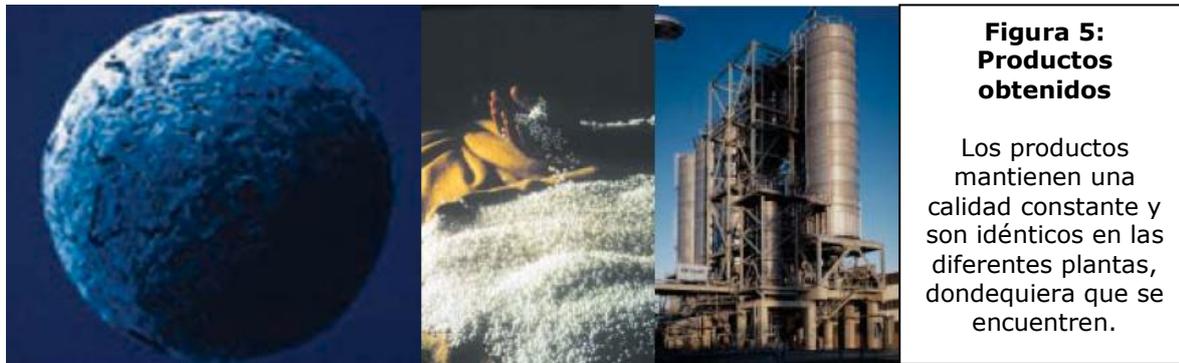
**Tabla 20: Consumos específicos típicos
(por 1.000 kg. de PP Producido)**

	Homopolymer	Impact copolymer
Monomers, kg	1002	1002
Hydrogen, N-m ³ f	0.01-0.5	0.01-0.5
Catalysts and chemicals, \$ (typical general-purpose stabilization)	22-25	23-26
Electric power, kWh+	250-270	280-300
Steam, kg	280	280
Cooling water, m ³ l	110	120
Nitrogen, N-m	15	15

Fuente: Meyers, 2005

2.3. Química y termodinámica del proceso

La tecnología Spheripol permite obtener un amplio rango de PP homopolímero de alta calidad, copolímeros random y copolímeros heterofásicos, copolimerizando comonomeros como etileno y butano. A continuación se caracterizan los distintos productos y se describen las particularidades del proceso para producir cada producto.



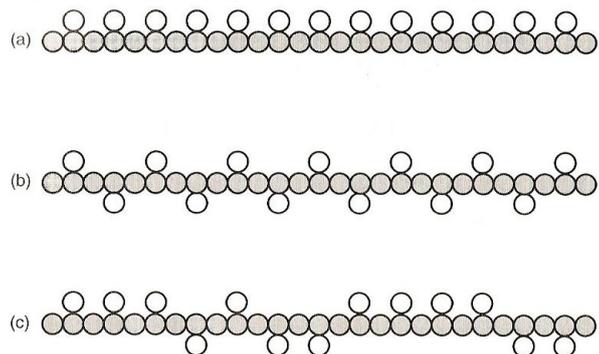
Fuente: LyondellBasell

2.3.1. Homopolímero

La polimerización estereoespecífica del propileno por el Profesor Giulio Natta en 1954 constituyó un importante avance científico con éxito industrial inmediato. A partir de la alineación de moléculas de propileno, se pudo sintetizar a gran escala un PP isotáctico cristalino.

El Propileno puede polimerizarse en tres cadenas estructurales distintas: isotáctico, sindiotáctico y atáctico. El PP Isotáctico se produce cuando todos los grupos de metilo se disponen en el mismo lado de la cadena de carbono - carbono. El PP sindiotáctico se produce cuando los grupos de metilo se encuentran alternados a ambos lados de la cadena. El PP Atáctico se produce cuando los grupos metilo se encuentran dispersos aleatoriamente a lo largo de la cadena de carbono.

Figura 6: Estereoespecificidad de la cadena polimérica de PP (a) isotáctico; (b) sindiotáctico; (c) atáctico.



Fuente: Meyers, 2005

En la producción de homopolímeros, las propiedades físicas juegan un papel menos importante que en otros derivados del propileno, sólo se controla el peso molecular del polímero -es decir, la tasa melt-flow (MFR)- y la cantidad de material atáctico (solubles en xileno)³⁹. El hidrógeno se utiliza para controlar la MFR, y la relación donante-TEAL para controlar el nivel de solubles en xileno.

Catalizadores. Los sistemas de catalizadores se componen de tres partes básicas: (1) un catalizador sólido, por lo general tetracloruro de titanio (TiCl_4), soportado por cloruro de magnesio (MgCl_2), (2) agentes de estereorregulación, una base de Lewis interna y externa, y (3) un alquilo aluminio.

La estructura de soporte MgCl_2 del catalizador tiene varios roles. Crea una estructura cristalina muy desorganizada. Así, los centros activos, donde se lleva a cabo la polimerización, son mayores en número y en reactividad a los de otros catalizadores convencionales. Además, contribuye indirectamente a la estereoespecificidad debido a las interacciones con el donante. Por último, debido a sus propiedades físico-químicas, puede convertirse en partículas con formas y tamaños controlados. Estas características también se transfieren al catalizador y al polímero.

³⁹ El equilibrio entre fracciones atácticas e isotácticas tiene un impacto directo en propiedades físicas críticas tales como la rigidez y la resistencia al impacto.

La parte activa del catalizador es el tetracloruro de titanio. En esta forma, el catalizador no polimerizará activamente y requiere la "activación" por medio de un alquilo aluminio⁴⁰ y una base Lewis.

Se pueden utilizar distintos catalizadores con la tecnología Spheripol según la aplicación final del polímero. El catalizador puede ser granular o esférico, y puede ser adaptado para obtener un alto índice de isotacticidad, alto rendimiento (kilogramos de PP producidos por gramo de catalizador), etc.

Estereoregulación e isotacticidad: Función del donante. El rol del alquilo de aluminio agregado es dar lugar a la formación de un enlace Metal del catalizador-C que es en rigor el verdadero sitio activo de la reacción de polimerización. Durante la polimerización, las olefinas pueden ser insertadas en el enlace carbono-metal en dos orientaciones diferentes. La inserción aleatoria producirá un material con una estructura altamente irregular o atáctica. El PP atáctico es blando y pegajoso y de poco valor como material. La inclusión de una base de Lewis o de un dador de electrones en la reacción de polimerización aumenta en gran medida la regularidad en la que las moléculas de olefinas se insertan en la cadena polimérica, produciendo un polímero estereoregular (isotáctico). Los donadores de electrones se llaman simplemente donantes. Junto con la evolución de los catalizadores, se ha producido una evolución paralela de los donantes.

El grado en que el propileno se polimeriza en una forma ordenada o estereoregular se mide por la cantidad de material cristalino producido. Esto se denomina índice isotáctico y es medido como porcentaje en peso. En general, el PP homopolímero se produce con un índice isotáctico en el rango de 92%-99%⁴¹. El aumento o disminución de la cantidad de donantes permite controlar el índice isotáctico del polímero.

Control de la longitud de la cadena de polímero. La longitud de la cadena polimérica tiene un impacto significativo en su desempeño, en particular en su fluidez. Este es un parámetro crítico para los usos derivados de la resina. La medición directa de la cadena polimérica es difícil y no se adapta a los laboratorios de la planta. En su lugar, la cadena de polímero se mide indirectamente por la MFR. Como el término lo indica, la MFR es el peso del polímero fundido que puede fluir a través de un orificio específico bajo una

40 Además de ayudar en la reacción de polimerización el alquilo, generalmente trietil aluminio, $[(C_2H_5)_3Al]$ o TEAL, actúa como un limpiador de determinados venenos del monómero, en especial agua, que afectaría gravemente la reacción o la detendría completamente. Por lo tanto, el TEAL se añade a la reacción en cantidades superiores a la cantidad estequiométrica necesaria para activar el catalizador. El exceso de TEAL depende principalmente de la pureza del monómero.

41 La medición del índice es una prueba bastante compleja mediante la extracción con heptano en ebullición. Esta prueba generalmente se sustituye por la medición de la porción atáctica, que utiliza xileno y, más

carga estándar para una temperatura y tiempo determinados. Como es de esperar, los resultados MFR son el inverso de la longitud de la cadena. Es decir, polímeros con cadena larga tendrá una MFR baja.

Distribución del peso molecular del polímero (MWD). Al igual que en todas las reacciones, la longitud de las cadenas poliméricas producidas no son iguales. Sin embargo, para un determinado sistema catalizador-donante, la distribución de longitudes de las cadenas es constante. Un cambio en la temperatura de reacción, tiempo de residencia, etc., no afectan significativamente la distribución.

En el proceso Spheripol, la ampliación de la MWD se puede obtener polimerizando MWDs diferentes (es decir, diferentes tasas de melt-flow) en reactores separados, pero este método está limitado por el grado en que la diferente viscosidad puede ser homogeneizada en el proceso de extrusión. Este método de polimerización se llama bimodal.

En la polimerización bimodal, es importante que el componente de alto peso molecular sea como mínimo el 50% del total. De esta forma, el material de bajo peso molecular puede ser mezclado con el material de alto peso molecular sin ningún problema.

Impacto de la calidad de la materia prima. La calidad del monómero en los reactores impacta significativamente sobre el rendimiento del catalizador y la calidad de la resina.

Como parte de la corriente de alimentación de propileno entra en los reactores una pequeña cantidad de propano (en general 0,2% a 0,7%)⁴². Obviamente, cuanto mayor es la concentración de propano en el reactor, menor es la concentración de propileno. Dado que la tasa de polimerización es una función directa de la concentración del centro activo del catalizador y de la concentración del monómero, cuanto mayor es la concentración de propano, menor es la reactividad.

El propano que entra con el suministro de monómero no reacciona, mientras que aproximadamente el 50% del monómero que entra en los reactores es polimerizado; el resto se separa, recupera y recicla. Con el tiempo la concentración de propano se acumula en el reactor. El creciente nivel de propano reduce el rendimiento del catalizador. A fin de evitar una pérdida significativa en el rendimiento, se debe purgar continuamente una pequeña corriente de propano. El aumento de la concentración de

recientemente, por la tecnología de resonancia magnética. La mayoría de las plantas se refieren a la porción atáctica del polímero como solubles en xileno (XS).

42 Las plantas con splitters de propano operan con hasta un 6% de propano en el suministro de propileno.

propano reduce el costo del monómero, pero aumenta el costo de catalizador (porque el rendimiento menor). De esta forma, existe un punto de equilibrio económico entre el rendimiento del catalizador y el nivel de propano en los reactores. Este equilibrio depende del costo del monómero y del costo del catalizador.

Los contaminantes del monómero que ingresan con la corriente pueden clasificarse en función de cómo afectan a la reacción. El primer grupo de contaminantes reacciona con el cocatalizador alquilo aluminio y reduce en gran medida el rendimiento del catalizador cuando están presentes en el nivel de partes por millón. Ejemplos de estos materiales sería CO_2 , H_2S y H_2O . El agua es el veneno más común del grupo.

El segundo grupo de contaminantes reacciona con los sitios activos del catalizador y reduce seriamente el rendimiento del catalizador cuando están presentes en el nivel de partes por billón. Ejemplos de estos venenos son el CO , hidruro arsénico, hidruro de fósforo, etc.

El tercer tipo de contaminantes son compuestos hidrogenados, que tienen un fuerte efecto sobre la MFR o el polímero y, por consiguiente, sobre el rendimiento. Algunos de estos también afectarán a la estereoespecificidad de los polímeros, generalmente aumentando el nivel atáctico.

2.3.2. Copolímeros Random (RACOs)

El copolímero random se produce adicionando etileno directamente al reactor de polimerización. Las moléculas de etileno se agregan al azar a la cadena polimérica.

Cuanto mayor sea la concentración de etileno en la corriente de alimentación, mayor es la probabilidad de tener dos o más moléculas de etileno unidas entre las moléculas de propileno. En otras palabras, el aumento de la concentración de etileno en la reacción de copolimerización aumenta la probabilidad de obtener cadenas cortas de polietileno entre dos moléculas de propileno.

La adición de etileno aumenta la tasa de polimerización significativamente. Este comportamiento puede explicarse suponiendo que la inserción de propileno en el enlace Ti-carbono es más fácil cuando una unidad de etileno se une al metal de transición o que la inserción de etileno después de una inserción de propileno regioirregular reactiva un sitio "latente".

La adición de etileno a la cadena de homopolímero modifica las propiedades físicas de la resina de la siguiente manera:

- Disminuye la tacticidad (un 1% de etileno unido en el copolímero aumenta la fracción de solubles en xileno alrededor de 1%)
- Mantiene el MFR (el etileno no afecta la relación hidrógeno-propileno).
- Aumenta la claridad (lo cual es beneficioso para aplicaciones de moldeo por inyección, tales como envases de alimentos)
- Reduce la temperatura de fusión (beneficioso para algunas aplicaciones de films)
- Reduce la rigidez
- Aumenta la resistencia al impacto (a temperaturas moderadas)

2.3.3. Copolímeros Heterofásicos (HECOS)

Los copolímeros Heterofásicos (comúnmente llamado copolímeros de impacto o HECOS) son una mezcla de homopolímero y bipolímero. Los Bipolímeros son principalmente materiales amorfos producidos por polimerización de etileno y propileno en el reactor fase gas (GPR) instalado aguas abajo de los reactores loops. El homopolímero se produce primero en los reactores loops. Las hojuelas fluyen hacia el GPR, donde se alimenta etileno y propileno en una proporción determinada. En el GPR, se produce la bipolimerización, y el bipolímero crece dentro de la esfera homopolímero. El resultado es una matriz semicristalina (homopolímero) con un componente elastomérico casi amorfo (bipolímero) disperso en su interior. El producto final es heterofásico ya que se trata de una mezcla de dos productos diferentes. De hecho, por fraccionamiento, es posible separar los dos materiales.

Para producir un polímero con las características deseadas, se debe producir una cantidad apropiada de compuesto gomoso en el paso de copolimerización. Por lo tanto, se requiere una estructura del catalizador de larga duración que muestre una actividad residual alta después del paso de homopolimerización. Por otra parte, el compuesto gomoso debe ser retenido en el interior del gránulo y dispersado homogéneamente en la matriz de homopolímero para evitar incrustaciones no deseadas en el reactor y problemas de operatividad.

El bipolímero que se produce con gas de una determinada composición de etileno y propileno tendrá una composición distinta a la del gas debido a las diferentes reactividades del monómero con el catalizador. El etileno es más reactivo que el propileno en fase gaseosa. Conociendo la relación de reactividad y la composición del

gas, es posible calcular la composición del bpolímero. Como resultado, se puede producir un bpolímero con una composición específica controlando la proporción de gas en el GPR.

Se controla cuidadosamente la proporción de gas ($C_2^=$) / ($C_2^= + C_3^=$) para producir la composición del bpolímero correcta. Los Bpolímeros deben tener buenas propiedades elastoméricas, lo cual mejora la resistencia al impacto del copolímero⁴³, una propiedad muy deseable.

3. Otros procesos

3.1. Proceso Novolen

Este proceso utiliza uno o dos reactores verticales en fase gas de lecho agitado. El propileno, etileno y/o alguno de los demás comonómeros utilizados son alimentados a los reactores. Para controlar el peso molecular se agrega hidrógeno.

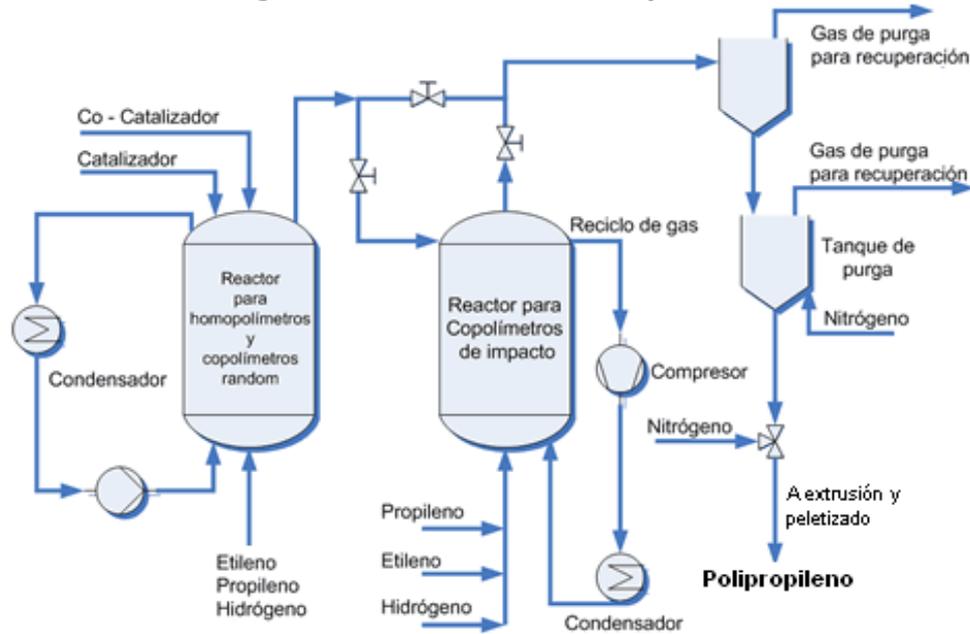
Las condiciones de polimerización (temperatura, presión y concentración de los reactivos) se eligen dependiendo del grado que se desea producir. La reacción es exotérmica y el enfriamiento del reactor se realiza a través de la transferencia de calor por descompresión (*flash*) de la mezcla de los gases licuados del reactor con las corrientes de alimentación. La evaporación de los líquidos en el lecho de polimerización asegura que el intercambio de calor sea extremadamente eficiente.

El polvo de polipropileno se descarga desde el reactor a un tanque en el que se separa a presión atmosférica. Los reactivos sin reaccionar son separados del polvo y se comprimen. Luego se reciclan a la unidad de destilación para su recuperación.

El polímero se pone en contacto con nitrógeno en un tanque de purga para despojarlo del propileno residual. El gas de purga se recupera, el polvo se transporta a los silos y posteriormente se le incorpora una gama de aditivos, para luego convertirlo en *pellets*.

⁴³ En los materiales poliméricos hay un equilibrio entre rigidez y resistencia al impacto. En general se debe reducir la rigidez a fin de obtener mayor resistencia al impacto. Esta relación es cierta dentro de cualquier

Figura 7: Proceso Novolen Simplificado



Fuente: Elaboración propia a partir de www.novolentechnology.com

3.2. Proceso Unipol PP

Es un proceso simple que consiste en uno o dos reactores en fase gas de lecho fluidizado. En la producción de homopolímeros y copolímeros aleatorios, se utiliza un reactor de lecho fluidizado operando cerca de los 35 bar y 70° C. El lecho está constituido por partículas de polímero, que crecen a medida que se agrega polímero y catalizador al reactor. La alimentación al mismo consiste en: propileno gaseoso, comonomeros y catalizador. Mientras que un compresor centrífugo de una sola etapa es el que hace circular el gas de reacción, fluidiza el lecho de reacción, suministra la materia prima para la polimerización y remueve el calor del reactor. El gas circulante es enfriado en un intercambiador de calor.

El polipropileno producido fluye intermitentemente hacia tanques de descarga y el gas que no reacciona es separado y enviado nuevamente al reactor.

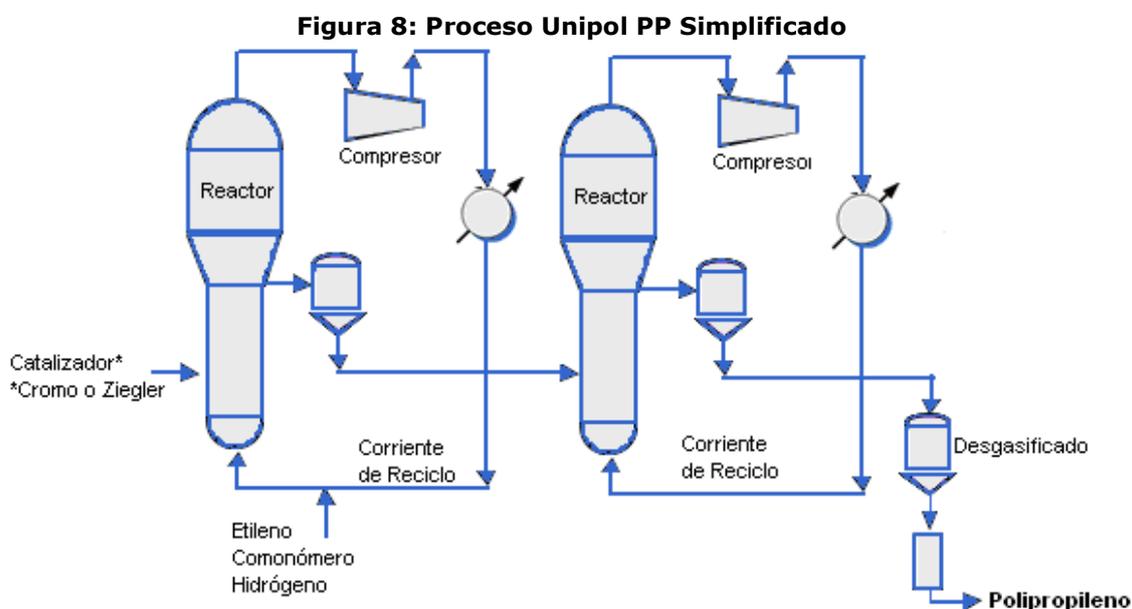
En la producción de copolímeros de alto impacto, la resina de polipropileno formada en el primer reactor es transferida al segundo reactor. Allí se le agrega propileno y etileno, sin adicionar catalizador, para producir una fase gomosa polimérica con las partículas de polipropileno existentes.

estructura de copolímero dada. Sin embargo, puede ser posible que aumente ligeramente tanto el impacto como la rigidez al cambiar el catalizador y/o el sistema donante.

El segundo reactor opera de igual forma que el primero pero con la mitad de presión con un compresor centrífugo que hace circular el gas a través de un intercambiador de calor y lo devuelve al reactor de lecho fluidizado. Nuevamente el polipropileno producido es enviado a un tanque de descarga y el gas que no reacciona retorna al reactor. Los hidrocarburos remanentes en el producto son removidos por purga con nitrógeno.

El catalizador utilizado es una base de Ziegler-Natta de alta selectividad soportada sobre $MgCl_2$ y un alquilo de aluminio es usado como cocatalizador.

Alrededor de 40 plantas están en operación, con capacidades que van desde 80.000 hasta 500.000 t/año. La producción total mundial con esta tecnología es cercana a los 6 millones de toneladas al año.



Fuente: Elaboración propia a partir de Faisal, 2002.

3.3. Proceso Spherizone

Este proceso es uno de los últimos desarrollos tecnológicos para la producción de polipropileno. La planta más grande con un sólo tren de esta tecnología produce 450.000 t/año.

Recurre a un reactor circulante multizona aplicando tecnología de cracking catalítico, que no había sido considerada para la polimerización hasta hace unos pocos años. Los gránulos del polímero se mantienen circulando continuamente entre dos zonas interconectadas, cada una de ellas con un régimen distinto de dinámicas de fluido.

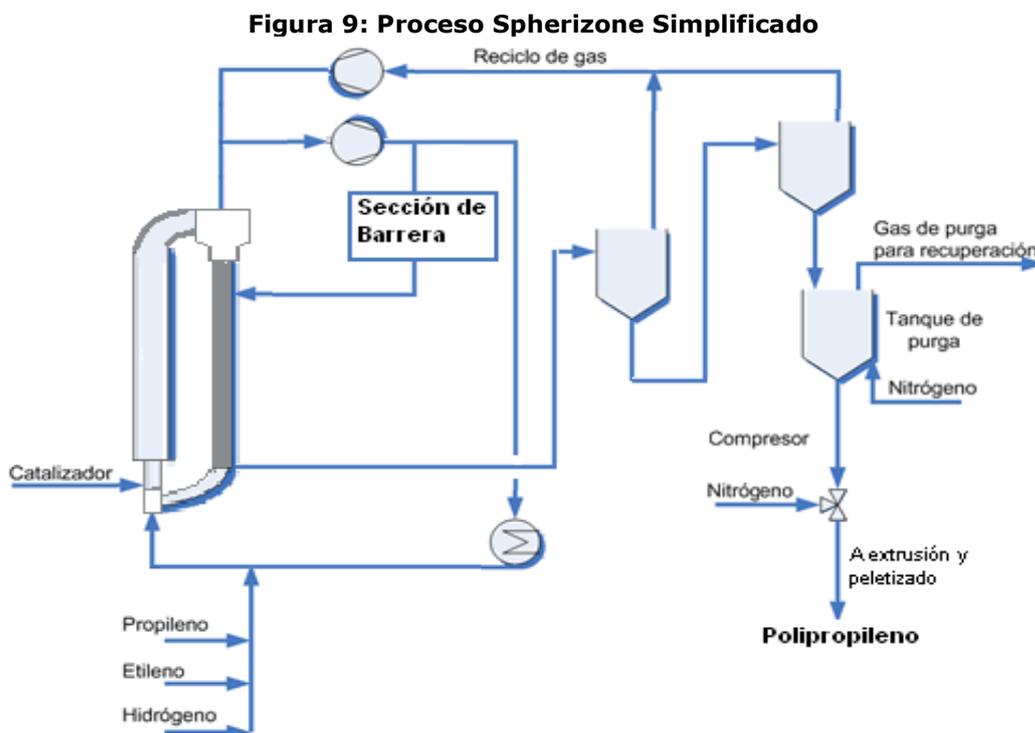
En una de las zonas las partículas sólidas se mueven hacia arriba mediante una corriente de gas en condiciones de fluidización rápida, luego se separan del gas transportador y cruzan la segunda zona en un movimiento descendente.

Mediante el efecto de un fluido barrera, las dos zonas interconectadas pueden tener composiciones de gas diferentes y generar diferentes materiales. La frecuencia de oscilación aumentada de las partículas entre las dos zonas, junto con otros factores, facilita la producción de polímeros uniformes y homogéneos con propiedades mejoradas.

Mediante este proceso se puede obtener un amplio rango de polipropilenos: homopolímeros mono y bimodales (de mediano, alto y muy alto peso molecular), homopolímeros de alta resistencia, copolímeros aleatorios, terpolímeros y copolímeros aleatorios de gran transparencia.

El catalizador está compuesto por dos partes principales: el $MgCl_2$ que sirve de estructura soporte, y la parte activa que es $TiCl_4$.

Este proceso produce partículas esféricas de polímero directamente en el reactor (de mejores propiedades que las partículas irregulares logradas con las tecnologías anteriores), y su instalación modular le permite gran adaptabilidad a los requerimientos cambiantes del mercado.



Fuente: Elaboración propia a partir de Meyers, 2005.

4. Determinación de la escala

La importancia de definir la escala de operación del proyecto se manifiesta principalmente en su incidencia sobre el nivel de inversiones, costos e ingresos que se calculen y, por lo tanto, sobre la estimación de la rentabilidad del mismo (Sapag, 2008).

La determinación de la escala responde a un análisis interrelacionado de distintas variables: demanda, disponibilidad de insumos, localización, alternativas tecnológicas, economías de escala⁴⁴ y la financiación del proyecto.

En el sector petroquímico, las plantas buscan cada vez más maximizar las economías de escala. Según información provista por el HPI Boxscore 2008, la capacidad de producción de PP en construcción y proyectada se encuentra en promedio entre 300.000 y 400.000 t/año, alcanzando algunas las 500.000 t/año.

Las economías de escala asociadas a plantas petroquímicas representan, generalmente, un incremento de eficiencia operativa por parte de la empresa, originado en indivisibilidades tecnológicas; de mercado; financieras; investigación y desarrollo e integración-diversificación. (Dichiara, 1988)

La indivisibilidad del equipo de capital como fuente de economías de escala en la industria de procesos se manifiesta en el hecho que los bienes de capital más grandes son más económicos porque sus costos aumentan menos rápidamente que la capacidad productiva de los mismos. Esta proposición, apoyada en la literatura ingenieril y conocida como "regla de los seis décimos", expresa que cada duplicación de la capacidad productiva tiende a aumentar los costos de inversión sólo en aproximadamente un 60%. Los fundamentos de esto son:

- a) el volumen aumenta más rápidamente que el área superficial de formas cilíndricas, esféricas o rectangulares;
- b) la capacidad de producción de las instalaciones está estrechamente relacionada con su volumen, mientras que los costos de inversión tienden a correlacionarse con el tamaño de sus superficies cubiertas. (Dichiara, 1988)

La aplicación de esta regla se ha generalizado en la industria química y petroquímica, posibilitando el cálculo del costo de capital de una planta a partir de la inversión de una planta de referencia y del factor de escala correspondiente. Diversos libros y revistas

especializadas publican estos datos (Chemical Engineering Design, Product and Process Design Principles, HPI).⁴⁵

Para relacionar las inversiones inherentes a un tamaño dado con las que corresponderían a un tamaño mayor, se define la siguiente ecuación:

$$I_t = I_0 (T_t / T_0)^a$$

Donde:

I_t es la inversión necesaria para el tamaño T_t de planta

I_0 es la inversión necesaria para el tamaño T_0 de planta

T_0 es el tamaño de la planta usado como referencia

a es el factor de escala

Cuando a es inferior a la unidad hay economías de escala, cuando es igual no hay economías de escala, y cuando es mayor que la unidad hay deseconomías de escala. Cabe señalar que las economías de escala se obtienen hasta un cierto tamaño, después del cual los costos medios nuevamente empiezan a crecer.

Como se mencionó anteriormente la decisión de hasta dónde crecer sólo debe tener en cuenta las economías y deseconomías de escala como una variable más del problema. La demanda, la disponibilidad de insumos, la localización, entre otras, condicionan interrelacionadamente el tamaño de la planta.

En este proyecto en particular, el tamaño queda definido fundamentalmente por dos variables: la disponibilidad de propileno y la demanda. La capacidad de diseño es de 125.250 t/año, con lo cual, suponiendo una eficiencia operativa promedio del 92,5%⁴⁶, la capacidad real de la planta es de 115.800 t/año.

⁴⁴ Existen economías de escala cuando los costos medios a largo plazo disminuyen conforme aumenta el tamaño de la empresa.

⁴⁵ De acuerdo con la clasificación realizada por la American Association of Cost Engineering-Recommended Practice (AACE International), la regla de los seis décimos, al igual que otros métodos de estimación estocásticos (factores de Lang, método de Timms, entre otros), corresponde a la Clase 5 (+100%/-50% de precisión) y se utiliza en el tamizado de alternativas o en el análisis de factibilidad cuando el proyecto recién se está definiendo.

⁴⁶ La condición establecida respecto al uso de la capacidad instalada en esta evaluación (uso de capacidad al 92,5% desde el primer año vs. aumento progresivo del mismo) se explica por la naturaleza del proyecto: disponibilidad de la materia prima (propileno) in situ, obtenida como coproducto de un steam cracker de condensados del gas natural para la producción de polipropileno.

CAPÍTULO 6 | Localización

1. Localización del Proyecto

La idea fundamental del Programa en el cual se enmarca la tesis consistió en identificar emprendimientos productivos que permitan transformar las ventajas comparativas de la Provincia en verdaderas ventajas competitivas, contribuyendo así al desarrollo regional. De esta forma, atendiendo al carácter estratégico del mismo, la macrolocalización del proyecto queda limitada a Santa Cruz, restando definir sólo la ubicación geográfica específica.

Generalmente las decisiones de localización están condicionadas al resultado del análisis de ciertos factores de localización. Existe una serie de "ayuda-memorias de factores" que se pueden tomar como referencia. La lista propuesta por la revista *Industrial Development* enumera los siguientes factores principales: mercados, mano de obra, materiales y servicios, transportes, gobierno y leyes, financiación, agua y eliminación de desperdicios, energía y combustibles y características de la comunidad. Sin embargo, cualquier lista de esta índole, por extensa que fuere, es incompleta. Además, el costo y tiempo que llevaría considerar todos los factores resultarían prohibitivos. El aspecto más difícil del problema de localización consistirá, probablemente, en los factores que han de tenerse en cuenta (Ruddell Reed, 1971).

A continuación, se exponen los distintos factores de localización considerados en este caso para seleccionar el sitio:

- Disponibilidad de materia prima y energía eléctrica
- Instalaciones portuarias
- Infraestructura y características socio-económicas de la ciudad más cercana
- Factores medioambientales

2. Factores de localización relevantes

2.1. Materia Prima

Los líquidos del gas natural (gasolinas y condensados) constituyen una materia prima alternativa a las que se utilizan para producir olefinas (etileno y propileno) localmente⁴⁷.

Como se mencionó en el capítulo 1, actualmente los líquidos son exportados junto con el crudo, funcionando el puerto de Punta Loyola como eslabón último de las empresas que operan aguas arriba.

2.2. Disponibilidad de Energía Eléctrica para proyectos industriales

La provisión de energía eléctrica para proyectos industriales está sujeta a la concreción de los proyectos que se han licitado en la región: la construcción del Complejo Hidroeléctrico La Barrancosa-Cóndor Cliff y la Usina de Carbón en Río Turbio.

Finalizadas estas obras, la Provincia de Santa Cruz tendrá una potencia instalada cercana a los 2.000 MW (si incluimos la planta de carbón en construcción en Río Turbio). La potencia máxima demandada en la Provincia no supera los 100 MW, con lo cual la industrialización de esa energía en la región o su transporte hasta los centros de consumo justificarían económicamente estos proyectos. Esto último implica reforzar el Sistema Interconectado Nacional (SIN) en al menos 2.000 kilómetros de líneas de extra alta tensión (LEAT) de 500 kv, con un costo de inversión que ascendería a 1.000 millones de dólares y que no ha sido contabilizado en los proyectos hidroeléctricos⁴⁸.

2.2.1. Centrales hidroeléctricas en el Río Santa Cruz

En septiembre del año 2007 la Provincia de Santa Cruz comenzó el proceso licitatorio para el aprovechamiento hidroeléctrico del río Santa Cruz mediante la construcción del Complejo Hidroeléctrico La Barrancosa-Cóndor Cliff. El mismo consiste en dos represas ubicadas a 185 y 250 km respectivamente de la desembocadura del río Santa Cruz.

⁴⁷ El etileno se obtiene principalmente a partir del craqueo de etano. PBB representa el 90% de la capacidad instalada de etileno y utiliza como materia prima este hidrocarburo (Petrobras produce el resto a partir de nafta y propano). El propileno se obtiene mayoritariamente a partir del proceso FCC de refinería (en 2007 el volumen producido mediante este proceso representó el 88% del total).

⁴⁸ IAE, Comunicado: El Instituto de la Energía "General Mosconi" y la licitación de las centrales Cóndor-Cliff y La Barrancosa en el río Santa Cruz, 5 de marzo de 2010, Buenos Aires.

En octubre de 2008, ante la convocatoria para participar de la licitación pública, se presentaron dos consorcios: Electroingeniería-IECSA-José Cartellone S.A. e IMPSA-Construções e Comercio Camargo Correa S.A.-Corporación América S.A.

La potencia instalada total de este complejo se estima en 1.740 MW, lo cual representa el 5% de la oferta total actual y el 16% de la generación hidroeléctrica. El presupuesto asignado a su construcción y puesta en marcha asciende a 4.000 millones de dólares. Las obras darán comienzo durante el primer trimestre de 2011 y el plazo de ejecución estimado es entre 6 y 8 años⁴⁹.

El Ministerio de Planificación sostiene que la construcción del Complejo Hidroeléctrico Cóndor Cliff-La Barrancosa, sobre el río Santa Cruz, "no sería posible si el gobierno no hubiese impulsado la construcción de la LEAT de 500 KV, que une Pico Truncado, Río Gallegos, Calafate, Río Turbio y La Esperanza"⁵⁰.

2.2.2. Generación Térmica en Río Turbio⁵¹

A fines de 2006 se puso en funcionamiento un proceso licitatorio con el fin de construir una usina termoeléctrica alimentada con carbón proveniente de las explotaciones situadas en Río Turbio⁵². A mediados del mes de diciembre de 2007 se firmó el contrato de construcción con Isolux Corsán S.A.

La usina contará con una capacidad de generación de 240 MW y supone una inversión de 350 millones de dólares que serán aportados por el gobierno nacional. El plazo previsto para la construcción es de 42 meses a partir de la fecha de firma del contrato de adjudicación.

La central será construida en dos módulos de generación de 120 MW cada uno, contará con un sistema de refrigeración aérea y caldera con tecnología de lecho fluidizado. La misma será conectada al Sistema Interconectado Nacional en LEAT de 500 Kv.

La puesta en marcha de esta usina requerirá incrementar la extracción de carbón en un millón de toneladas al año, aproximadamente. El emprendimiento reforzará el desarrollo

⁴⁹ <http://www.minplan.gov.ar/html/prensa/novedades.php?novedad=61009>

Revista Petroquímica, Petróleo, Gas & Química, "Condor Cliff - La Barrancosa. El regreso de la Argentina al mundo de las grandes obras hidroeléctricas". Año 28 N° 260, Octubre 2010.

⁵⁰ <http://www.minplan.gov.ar/html/prensa/novedades.php?novedad=61009>

⁵¹ Fuentes periodísticas: La Opinión Austral, El Cronista Comercial, El Patagónico, Tiempo Sur.

⁵² La ciudad de Río Turbio, sede de la usina, se encuentra hacia el sudoeste de la Provincia de Santa Cruz, a 270 kilómetros de Río Gallegos.

económico de la mina de Río Turbio que estuvo durante ocho años vinculada a la existencia del contrato de la privatización de Central Térmica San Nicolás.

2.2.3. Desarrollo potencial del Sistema de Transporte en 500 Kv

El Plan Federal de Transporte⁵³ se gestó a fines de los años 90 en el seno del Consejo Federal de la Energía Eléctrica. En efecto, en diciembre de 1999 las 23 provincias en el Consejo Federal de la Energía Eléctrica solicitaron a la Secretaría de Energía que el monto del Fondo Nacional de la Energía Eléctrica (FNEE)⁵⁴ fuera direccionado a la financiación del transporte en Alta Tensión, habida cuenta que las señales económicas del mercado resultaban insuficientes para disparar nuevas ampliaciones⁵⁵.

Mediante la Resolución Nº 657/99 la Secretaría de Energía hace lugar a lo peticionado por las provincias y constituye el Fondo Fiduciario del Transporte Eléctrico Federal (FFTEF) destinándolo a coparticipar, con inversores interesados privados, en el pago del canon de ampliaciones del sistema de transporte que sean dedicadas al abastecimiento de la demanda o a la interconexión de regiones eléctricas para mejora de calidad y/o seguridad de servicio.

El Plan Federal empieza concretamente con las licitaciones y los procesos constructivos en el año 2003. A continuación se resume el estado de las obras, destacándose las interconexiones que permiten extender el Sistema Interconectado Nacional hasta el extremo sur del país.

⁵³ <http://www.cfee.gov.ar/plan-federal.php>

⁵⁴ El fondo estaba destinado inicialmente a la realización de obras en el interior del país (FEDEI) y a compensar tarifas (FCT)

⁵⁵ El marco regulatorio eléctrico (Ley 24.065) dispone que las obras en Transporte Eléctrico deben ser financiadas por los beneficiarios, es decir, los generadores que utilicen la línea para entregar su producción, y los usuarios para disponer de esa energía. En este aspecto el marco regulatorio no es el más adecuado para impulsar obras de transporte eléctrico estratégicas para todo el sistema, en las que se desdibujan los beneficiarios porque abarcan a todo el conjunto. Por eso, debería ser actualizado para que las inversiones no dependan exclusivamente del Estado. Además, en cuanto a transporte eléctrico de Extra Alta Tensión, habría que replantear la definición de "beneficiario" porque la mayoría de las veces no hay un único grupo de beneficiarios sino que, teniendo en cuenta la evolución de la red actual, todos lo serían. De acuerdo al actual marco, la demanda de obras está guiada e impulsada por el Estado que, de acuerdo a una política energética, orienta, planifica, diseña y desarrolla proyectos de obras que puedan dar mayor sustentabilidad, calidad y

Tabla 21: Ampliaciones del sistema de transporte eléctrico

Tramo	Estado	Financiamiento
CHOELE CHOEL – PUERTO MADRYN	Finalizado en 2006	Aluar y Futaleufú 31% / CAF 69%
MENDOZA – SAN JUAN	Finalizado en 2007	San Juan 30% / CAF 70%
PUERTO MADRYN – PICO TRUNCADO	Finalizado en 2008	Chubut 1% / S. Cruz 3% / Tesoro Nacional 96%
RECREO – LA RIOJA	Finalizado en 2009	La Rioja 30% / CAF 70%
YACYRETA 3º LINEA	Finalizado en 2008	Tesoro Nacional 100%
COMAHUE – CUYO	En construcción	Financiamiento parcial de la Corporación Andina de Fomento (la CAF)
NEA – NOA	En construcción	BID 80% / Tesoro Nacional 20%
PICO TRUNCADO. – RÍO GALLEGOS	En proceso licitatorio	S. Cruz 3% / Tesoro Nacional 97%

Fuente: <http://www.cfee.gov.ar/plan-federal.php>

De acuerdo con la información disponible en el Consejo Federal de la Energía la interconexión en la Provincia de Santa Cruz quedará configurada de la siguiente forma:

Pico Truncado - Esperanza LEAT 500 kV (550 km).

Esperanza - Río Turbio LAT 220 kV (148 km).

Esperanza - El Calafate LAT 132 kV (159 km).

Esperanza - Río Gallegos LAT 220 kV (129 km).



Figura 2: Interconexión Provincia de Santa Cruz

La concreción de esta obra permitiría que la provincia de Santa Cruz se incorpore definitivamente al Sistema Interconectado Nacional, incrementando la seguridad y confiabilidad de su abastecimiento eléctrico. Asimismo posibilitará, la conexión de emprendimientos de generación como la usina de Río Turbio y las hidroeléctricas Condor Cliff – La Barrancosa abriendo interrogantes respecto de la factibilidad de crear un nodo exportador de energía al sistema nacional.

2.3. El Puerto

La desembocadura del río Gallegos, de 2,5 millas de ancho y abarcada entre Punta Bustamante y Punta Loyola, se ubica tres millas al Sur de cabo Buen Tiempo. A la parte de este río comprendida hasta 8 millas al Oeste de su desembocadura, se designa con el nombre de puerto Río Gallegos. Sobre la ría existen tres muelles: El Turbio y Fiscal, (ubicados frente a la ciudad de Río Gallegos) y Presidente Illia (ubicado en Punta Loyola).

seguridad al servicio eléctrico nacional, más allá de la concentración de la demanda y en miras de un país totalmente integrado eléctricamente. (Fundelec, 2007)

El muelle El Turbio está operable. Los últimos movimientos se registraron en 2007 y correspondieron a combustibles líquidos y el Remolcador Golondrina. El muelle Fiscal no opera desde 2005. El muelle Illia es propiedad de YCRT, pero opera también Petrobras.

2.3.1. El Muelle Presidente Illia

El Muelle Presidente Illia es carbonero-petrolero, propiedad de Yacimientos Carboníferos Río Turbio (YCRT) y es administrado conjuntamente con Petrobras. Se encuentra ubicado a 15 km. al este de la ciudad de Río Gallegos, de la que dista 36 km. a través de las Rutas Nacionales Nº 3 y Nº 40. Fue certificado por Prefectura Naval Argentina en enero de 2005.

Es una construcción de hormigón armado sobre pilotes metálicos con una plataforma de atraque de 160 metros para buques carboneros y 22,47 metros para buques petroleros, de 20 metros de ancho. Tiene una zona de transición de 10 metros, donde empalma un viaducto que lo vincula con las instalaciones en tierra y permite el tránsito vehicular, la instalación de cintas transportadoras de carbón y las tuberías para carga y descarga de crudo o livianos y agua potable.

El muelle tiene un diseño optimizado para la operación de buques carboneros de hasta 62.700 toneladas de porte bruto y petroleros de hasta 38.000 toneladas con esloras de hasta 224 metros. Es poco apto para operar con buques medianos y pequeños.

En la actualidad no hay servicio de transporte público que comunique el puerto con la ciudad de Río Gallegos, sólo existe una derivación de un ramal ferroviario de trocha angosta que lo comunica con el Kilómetro 9 de la línea existente entre Río Gallegos y Río Turbio.

Las instalaciones cuentan con aprovisionamiento de agua potable a razón de 50 ton/hora. La alimentación eléctrica proviene de una usina con potencia instalada de 1.370 Kw y también cuenta con grupos electrógenos que se habilitan según necesidades del momento, que abastecen al muelle y a los buques. Estos servicios son provistos por instalaciones de las empresas ya radicadas, dimensionadas para las demandas propias, no existiendo capacidad ociosa que permita cubrir nuevos requerimientos.

Tiene un sistema de incendio en su cabecera suroeste y equipo y depósito para líquido emulsor.

Figura 3: Muelle Presidente Illia

Imagen tomada desde uno de los duques de alba.



Fuente: Fundasur

2.3.2. Características operativas⁵⁶

- La ría del Río Gallegos presenta en sus barras de entrada, la existencia de bancos, de conformación y profundidades variables. La incidencia negativa de este factor sobre la maniobra de los buques que naveguen en demanda de puerto se ve potenciada por los factores hidrometeorológicos predominantemente adversos, entre los que se destacan las grandes amplitudes de mareas y los fuertes vientos. En este contexto, se condiciona severamente los horarios de maniobra y los calados de los buques que quieran tomar amarras en Punta Loyola.
- La velocidad promedio de los vientos máximos en la zona (37km/h) se encuentra próxima a los límites establecidos para maniobrar, alcanzándose frecuentemente valores de 120 km/h.
- En lo que respecta a la profundidad al pie de muelle, la misma se considera adecuada aún en condiciones hidrometeorológicas desfavorables.
- Los prácticos de este puerto han fijado 9,5 m como calado máximo, para los buques en maniobra de aproximación y atraque (se fundamenta en las restricciones a la maniobra que imponen los calados superiores).
- El tipo de cargas que se operan en Loyola lo convierte en un puerto de inflamables.
- Las características de diseño del muelle hacen que sólo se pueda amarrar un buque por vez.

⁵⁶ Para mayor información acerca de las características operativas relativas a los accesos marítimos, bancos de la rada exterior, fondeadero exterior, fondeadero interior, corrientes, practicaaje y remolcadores, se recomienda consultar:

- <http://www.consejoportuario.com.ar/>
- <http://www.santacruz.gov.ar/puertos/>
- <http://www.prefectura naval.gov.ar/>

- El fondeadero interior, frente al muelle, se considera poco protegido de los vientos predominantes. En tanto que el exterior con mar de fondo hace incomoda la estadía.

2.3.3. Predio Portuario y Parque Industrial

En el predio portuario se encuentran instalaciones de las empresas YCRT y Petrobras, las cuales han adaptado el predio exclusivamente para sus operaciones. No se cuenta con ningún tipo de servicios públicos, ni asentamientos de control de las autoridades portuarias provinciales ni de Prefectura.

Inmediatos al predio portuario se encuentran los terrenos del parque industrial, superficie fiscal de 885 has aproximadamente. A la derecha del viaducto, alrededor de 64 ha pertenecen a Petrobras sobre las que la empresa construyó una planta de almacenaje de petróleo. El resto son propiedad de YCRT, empresa que sólo utiliza 20 has a la izquierda del viaducto para el manejo y estiba de carbón.

Figura 4: Predio Portuario
Acopio, manejo y estiba de carbón en el predio inmediato al muelle.

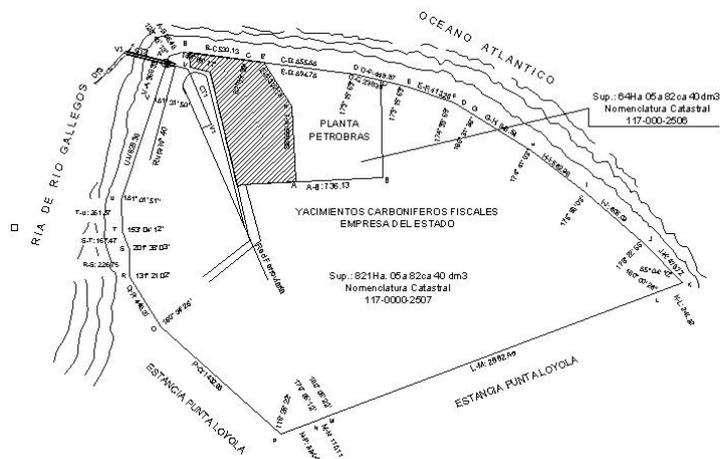


Figura 5: Instalaciones de acopio de petróleo y carbón.
Se encuentran ubicadas sobre en el sector inmediato al ingreso al muelle.

La provincia considera que los terrenos más convenientes para la radicación de industrias que deban tener acceso al muelle existente son aquellos que se encuentran en medio de las instalaciones montadas. Se trata de la superficie resaltada en la Figura 6 de 1.000 m de largo y 600 m de ancho (i.e. 60 has). A esta superficie puede sumarse los terrenos ubicados sobre el sudoeste.

Figura 6
Plano de los
terrenos de Punta
Loyola.

En rayado se ha resaltado el sector que la provincia entiende como más conveniente para una radicación industrial relacionada al muelle



Fuente: Fundasur

El terreno presenta una superficie relativamente llana y se encuentra a escasos metros sobre el nivel del mar, lo que facilita la instalación industrial y reduciría los costos de movimientos de suelos e instalaciones de transporte.

El acceso se encuentra pavimentado hasta la llegada al muelle. Sin embargo, en función de las demandas industriales de transporte de cargas y del mayor tránsito que implicaría una nueva radicación, se debería considerar la posibilidad de ampliación y reordenamiento de dicho acceso.

La jurisdicción sobre los terrenos fiscales es provincial y no existen sobre los mismos criterios de zonificación que limiten o alienten el desarrollo de un tipo de actividad en especial.

A fines de 2008, las autoridades provinciales habrían otorgado una parcela del predio próximo al muelle a la empresa Patagonia Energética S.A., la cual conjuntamente con FOMICRUZ S.E. instalará una destilería modular de petróleo con capacidad para procesar alrededor de 15.000 m³ mensuales⁵⁷. A la fecha, se desconoce el estado de las gestiones realizadas entre el Gobierno y la empresa mencionada⁵⁸.

⁵⁷ <http://www.santacruz.gov.ar/prensa/ampliar.php?id=2479>

⁵⁸ <http://www.hcdsc.gov.ar/.../EN%20COMISION%20ENERGIA%20Y%20COMBUSTIBLES.rtf>

2.4. Aspectos Relacionados con la Ciudad

La ciudad de Río Gallegos, capital de la Provincia de Santa Cruz y cabecera del Departamento Güer Aike, es la ciudad continental más austral del país y la segunda ciudad en importancia de la costa patagónica. Se encuentra ubicada a 2.636 km. de la ciudad de Buenos Aires, al sur de la Provincia de Santa Cruz.

2.4.1. Infraestructura de Accesos y Comunicaciones

A Río Gallegos se puede arribar desde el norte y el sur por la Ruta Nacional N° 3, desde el oeste por la Ruta Nacional N° 40. La transitabilidad y estado de los accesos por carreteras es bueno, presentando inconvenientes sólo durante la época invernal debido a la acumulación de nieve y la formación de ventisqueros.

La comunicación terrestre por la Ruta Nacional N° 3 se constituye en el único medio de aprovisionamiento de la ciudad ya que el transporte aéreo está orientado casi exclusivamente al transporte de personas y productos muy perecederos.

En la zona sur la Ruta Nacional N° 3 ingresa a la trama urbana. Esto representa un factor a considerar ya que, de concretarse la conformación de un complejo industrial en Punta Loyola, por esa vía transitarían equipos de transporte pesado provenientes de la zona industrial-portuaria.

Figura 7: Acceso a la Ciudad



Fuente: Fundasur

El servicio de transporte terrestre de pasajeros es prestado por un número importante de empresas, contando con conexiones diarias hacia el norte. El servicio en general y las instalaciones en particular podrían absorber la eventual mayor demanda.

El factor climático presenta inconvenientes a considerar debido a las interrupciones periódicas que se producen en las vías de comunicación terrestre.

El aeropuerto de Río Gallegos, categorizado como Internacional Primera, está ubicado a 4,5 km. al oeste de la ciudad. Actualmente se encuentra concesionado a la empresa Aeropuertos Argentina 2000 SA.

El funcionamiento de este aeropuerto se encuentra restringido en cuanto a cantidad de vuelos y compañías que operan; y se utiliza casi exclusivamente para el transporte de personas y cargas perecederas. De instalarse la planta proyectada en este sitio será necesario aumentar la frecuencia y los destinos de los vuelos.

2.4.2. Infraestructura Urbana: energía eléctrica, agua potable, cloacas y residuos

La empresa Servicios Públicos S.E. (SPSE)⁵⁹ nace en 1980 como consecuencia de la necesidad de contar con un ente que estuviera en condiciones de proyectar, construir, administrar y explotar los servicios de energía eléctrica, agua potable y cloacas.

La problemática que presentan estos servicios en la Provincia de Santa Cruz, adquiere una dimensión particular por la gran extensión de su territorio (casi 244.000 km²) y obliga a programar soluciones específicas. El volumen de las operaciones de la sociedad, su creciente equipamiento técnico y humano constante, la convierte en la empresa de servicios públicos más importante de la provincia.

La capacidad instalada de energía eléctrica actual es de 117 MW, generada por turbinas de gas y por turbinas diesel. La demanda máxima actual se ubicaba en el orden de los 42 MW.

El agua potable (agua superficial) es tomada en una parte por SPSE desde el río Gallegos en el puesto Palermo Aike y también de pozos profundos. El caudal es de aproximadamente 1.300 m³/h. El servicio de cloacas es administrado conjuntamente por la SPSE y por la Municipalidad de Río Gallegos. Los efluentes cloacales llegan a través de varias estaciones de bombeo a una planta de tratamiento que está ubicada en las afueras

⁵⁹ <http://www.spse.com.ar>

de la ciudad, donde se separan en forma primaria éstos componentes y se bombean hacia el fondo del lecho marino de la ría de Río Gallegos.

El servicio de recolección de residuos es prestado por la Municipalidad de Río Gallegos. Cuenta con una planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos, en donde se los clasifican de acuerdo con su procedencia para optimizar su disposición final o su reciclado.

2.4.3. Estructura Socio-Económica de la Población

Características Generales de la población

Para analizar las características de la población de la región se utilizó la información provista por los censos nacionales de población de los años 1980, 1991 y 2001. En la siguiente tabla se presenta la variación de la población de un censo a otro, la tasa anual media de crecimiento, la población por sexo y el índice de masculinidad.

Tabla 22: Estadísticas demográficas

Año	Población	Tasa de Crecimiento	Tasa Anual Media de Crecimiento	Población por Sexo		Índice de Masculinidad
				Hombres	Mujeres	
1980	43.727					
1991	64.640	48%	3,62%			
2001	79.144	22%	2,04%	39.338	39.806	98,82

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INDEC.

La tasa de crecimiento de la población de la ciudad presenta una tendencia negativa. No obstante ello, la tasa anual media de crecimiento para el periodo 1991-2001 resulta mayor que la correspondiente a la de la provincia (2,01%) o la nacional (1,01%).

Respecto a la distribución de la población según sexos, si bien existe una leve mayoría de mujeres, la distribución es uniforme. Asimismo, si se analiza la distribución según sexos y grupos de edad no se observan grandes asimetrías ni discontinuidades entre los distintos grupos de edad adyacentes.

Cabe señalar que en los grupos de edad que comprenden la población adolescente y adultos jóvenes se observa una leve disminución de la población. Esto puede explicarse a partir de la consideración de la emigración hacia otras localidades del país con el objetivo de realizar estudios superiores, y/o por motivos laborales.

Para contrarrestar esta tendencia, la provincia ofrece empleo en el Estado por un año, con opción a dos, a aquellos nacidos y criados en Santa Cruz que hayan completado estudios superiores.

Con respecto al nivel de educación de la población, el INDEC presenta la información agregada del Departamento de Güer Aike para el segmento de la población de 15 años o más, la cual totaliza 56.344 habitantes.

El máximo nivel de educación alcanzado por el 61% de la población es a lo sumo "secundario incompleto". Este nivel es inferior a la media nacional (65%). Asimismo, un 4% completó un estudio superior universitario y un 5% un superior no universitario. La media nacional se encuentra alrededor del 5% en ambos casos.

La oferta educativa superior en la región no se adecuaría en principio a los requerimientos que presenta un proyecto industrial. En efecto, la oferta académica de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral incluye quince carreras vinculadas al área de las ciencias sociales y de exactas y naturales. Sólo la Universidad Tecnológica Nacional (Unidad Académica dependiente de la Facultad Regional de Río Grande) dicta actualmente las carreras de Ingeniería Electromecánica e Ingeniería Industrial.

En la siguiente tabla se incluyen algunos indicadores del nivel de actividad de la localidad de Río Gallegos, informados en la Encuesta Permanente de Hogares (EPH) correspondiente al tercer trimestre de 2009.

**Tabla 23: Principales indicadores del mercado de trabajo
Tercer trimestre 2009**

	Tasa de actividad⁶⁰	Tasa de empleo⁶¹	Tasa de desocupación⁶²	Tasa de subocupación⁶³
Río Gallegos	49,7%	47,9%	3,7%	2,2%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH).

Actividades Económicas

La actividad primaria se relaciona exclusivamente con la horticultura. La ciudad es, junto con el valle de Los Antiguos y Gobernador Gregores, una de las principales zonas de cultivo de la provincia.

⁶⁰ Tasa de actividad: calculada como la relación entre la población económicamente activa (PEA) y la población total.

⁶¹ Tasa de empleo: estimada a partir del cociente entre la población ocupada y la población total.

⁶² Tasa de desocupación: es la relación entre población desocupada y la PEA.

⁶³ Tasa de subocupación: calculada como el cociente entre la población de subocupados demandantes y la PEA.

Las explotaciones son pequeñas o para autoconsumo y sólo unas pocas tienen escala económica a partir de la implementación de tecnologías de cultivo que hacen posible la producción en el clima seco y frío de la ciudad. La mayor producción es obtenida por un único establecimiento que abastece a toda la localidad y se destaca por la utilización de invernaderos, riego por aspersión, abonos, fertilizantes y maquinarias adecuadas para este tipo de instalaciones.

En relación a la actividad ganadera en la región, cabe destacar la creación en 1999 de Estancias de Patagonia S.A., una empresa de ganaderos asociados que produce, procesa y exporta carne ovina. Ante la difícil situación que atravesaba el sector, se crea el Programa Santacruceño de Carne Ovina, génesis de la empresa. Dicho programa se fundamentó en la necesidad de paliar la crisis, comprometiendo a todos los actores en un nuevo esquema y visión de la cadena. La planta frigorífica de esta empresa se encuentra en inmediaciones de la ciudad de Río Gallegos⁶⁴.

Al igual que en el resto de la provincia, la industria no desempeña un rol significativo en su economía. En los últimos años la actividad industrial gira en torno a la producción de alimentos, bebidas, vinculada al desarrollo pesquero y frigoríficos. Los distintos establecimientos se encuentran dispersos en el ejido urbano, no contando la ciudad con una zona o parque industrial.

La mayor parte de la industria local, a excepción de los frigoríficos y de las empresas de montaje, presenta un bajo grado de desarrollo y depende del mercado interno. Se trata en general de PyMEs de bajo nivel de desarrollo, en general vinculadas a líneas de crédito de fomento.

Las empresas de montajes industriales y servicios productivos vinculados a la explotación petrolera presentan mayor capital y tecnología aplicada y una creciente demanda de mano de obra calificada.

El sector comercial y de servicios es el segundo empleador de la provincia. En los últimos años este sector experimentó un crecimiento significativo sustentado principalmente por el crecimiento poblacional, la recuperación y modernización de grandes establecimientos comerciales, y por la aparición de pequeños comercios y actividades de servicios. Estos últimos surgieron a partir de la reestructuración y privatización de las empresas estatales. En efecto, los pequeños emprendimientos comerciales y de servicios

⁶⁴ <http://www.estanciasdepatagonia.com/espanol.html>

personales (quioscos, taxis, tiendas, librerías, etc.) se financiaron principalmente con las indemnizaciones por despido y fondos por retiro voluntario.

La escala del mercado de Río Gallegos atrajo a cadenas de supermercados que operan en el ámbito nacional y que incorporaron tecnología moderna. Esto operó en detrimento de los comercios tradicionales que no pudieron hacer frente a la nueva competencia.

El Estado es el empleador más importante y el responsable de la mayor inyección de liquidez por el pago de salarios y otros servicios. Capital de la provincia de Santa Cruz, Río Gallegos es sede de los poderes de Gobierno Provincial, factor que le ha permitido definir un marcado perfil administrativista. Las estadísticas del censo de 2001, reflejan esta situación, mostrando que un 46% de la población ocupada⁶⁵ trabaja en el sector público.

Sintetizando, la ciudad presenta el sector comercial más desarrollado de la provincia y empresas de servicios a la industria petrolera y gasífera con alcance regional. Esto pone a disposición, aunque en reducida cantidad, mano de obra con experiencia en tareas similares a las requeridas por el proyecto, principalmente aquella que está vinculada a las compañías de explotación de hidrocarburos, carbón, montajes industriales, minería, etc. Cabe destacar que aunque no todas están radicadas en Río Gallegos, sí residen en ella empleados actuales o ex empleados.

Por otro lado, se debe indicar que la porción de la población activa que está o ha estado vinculado al sector público, difícilmente pueda considerarse como potencial mano de obra para el emprendimiento. La gran participación del estado como empleador de mano de obra en la provincia afecta los incentivos de los trabajadores para traspasarse al sector privado, especialmente si se tienen en cuenta los beneficios del régimen estatal (la reducida extensión de la jornada laboral, el tipo de tareas a desarrollar, la edad temprana y monto de las jubilaciones).

2.4.4. Factores Ambientales

Clima

La temperatura media anual es de 7,5° C. El mes más frío es julio con 0,6° C de temperatura media y el más cálido enero con 13,1° C. La temperatura mínima registrada

⁶⁵ La población se clasifica en económicamente activa (dividida entre ocupados y no ocupados), y población económicamente no activa.

fue de -22° C y la máxima de 35° C. Se registran anualmente 101,2 días de heladas. La frecuencia media anual de días con nevadas es de 15,1.

La precipitación media anual es de 270 mm. La máxima mensual corresponde a enero con 34 mm y la mínima a agosto con 10 mm. La frecuencia de días con precipitación es de 94. Durante todo el año se registran días de niebla alcanzando sus máximos entre mayo y agosto. La frecuencia media anual de días con niebla es de 16,2.

En la ciudad predominan durante todo el año los vientos del oeste con una velocidad media aproximada de 37 Km/h. Estos vientos soplan casi constantemente en primavera y verano con mucha intensidad, especialmente entre las 8:00 y 21:00 hs. Las máximas se han registrado en los meses de verano con una velocidad de 120 Km/h de los sectores oeste y sudoeste. Los vientos del este no son frecuentes y en general están acompañados de lluvias.

Río Gallegos se ubica a barlovento del Puerto de Punta Loyola (considerando la dirección predominante del viento), por lo que eventuales efluentes gaseosos dispersados por el viento tenderían a alejarse de dicho centro urbano. El mismo efecto se puede esperar para los ruidos ocasionados en etapas de construcción y operación. Cabe señalar que la etapa de construcción del proyecto se vería afectada fuertemente por las condiciones climáticas de la región.

Flora y Fauna

Las especies que se desarrollan en la zona, son básicamente las autóctonas adaptadas a la condición de sequía y el viento intenso. En la región se observan arbustos pigmeos, plantas en cojín y gramíneas perennes cespitosas que cubren parcialmente el suelo pedregoso y arenoso.

Entre los arbustos bajos y ramificados de escasas hojas se pueden encontrar el calafate, el quitembal, la mata negra, la mata torcida y el negreo. Algunas de estas especies poseen un potencial ornamental. No existe en la región explotación agrícola extensiva, ni tampoco explotación forestal.

Las especies animales presentes en la zona son ñandú petiso o choique, guanaco, chingolo, flamenco austral, cisne de cuello negro, cauquén común, zorro gris, el zorzal patagónico, loica, ostrero austral, zorro colorado y bigua. La fauna acuática está integrada por truchas marrones brook, marrones residentes y arco iris.

Áreas Protegidas Cercanas

Una de las áreas protegidas más importantes es la Reserva Provincial Cabo Vírgenes, ubicada en el extremo más austral de Santa Cruz, sobre el estrecho de Magallanes y distante de Río Gallegos 138 km.

En 2004 se creó el primer Área Protegida Municipal, integrado por el Área Natural de Uso Recreativo, Turístico y Educativo y por el área de Reserva Costera Urbana del Río Chico.

Esta reserva es un estuario, localizado en el extremo sudeste de la región patagónica y recibe la afluencia de los ríos Gallegos y Chico. Existe una importante biodiversidad, entre las especies más importantes se puede citar aves playeras migratorias de largas distancias, que unen ambos hemisferios en sus vuelos estacionales (playero rojizo, becasa de mar y playerito rabadilla blanca). Asimismo, el área es hábitat de especies patagónicas importantes, como el ostrero austral y el chorlito ceniciento. Ambas especies son endémicas de la Patagonia Austral.

3. Conclusiones

La confluencia en la zona de los oleoductos que transportan la materia prima desde los yacimientos y las características operativas del puerto son las principales razones por las que se elige Punta Loyola como sitio de radicación del complejo productivo.

La disponibilidad de materia prima y de energía (sujeta a la concreción del complejo hidroeléctrico y la usina de carbón) hace que la región resulte atractiva para la instalación de grandes plantas productoras de "commodities". Estos emprendimientos, además de incorporar valor agregado a un recurso local, generan focos de desarrollo que motivan otras inversiones.

La localización de la planta en cercanías de la fuente de materia prima plantea sin embargo un importante desafío logístico ya que la posición de la ciudad de Río Gallegos es austral, extrema y periférica, separada por grandes distancias de otras ciudades de la misma provincia y del resto del país.

La ciudad cuenta casi exclusivamente con el transporte de carga terrestre para el aprovisionamiento de todo tipo de mercaderías, a partir de la Ruta Nacional N° 3 que constituye su principal vinculación nacional e internacional. La posibilidad de relacionarse con otras regiones a través del mar se ha desaprovechado; tanto es así que los barcos

que hoy entran al puerto de Río Gallegos (muelle El Turbio ya que el Fiscal no opera) sólo descargan combustibles.

Respecto al puerto, cabe señalar que tanto la propiedad como la condición de uso exclusivo por parte de las empresas radicadas afectan la posibilidad de utilizar el muelle Presidente Illia como sitio de operaciones para el futuro complejo productivo. En consecuencia, de concretarse la conformación del complejo industrial delineado, deberá considerarse la construcción de un nuevo muelle, que se adapte a los requerimientos que se generen para el movimiento de cargas. Algunas razones para ello han sido ya descriptas y pueden resumirse en: a) limitantes de diseño del muelle; b) manejo de cargas inflamables; c) instalaciones fijas existentes y d) prioridad de uso de las empresas radicadas.

A la hora de pensar en emplear población local, hay que considerar la escasa formación técnica y la gran participación del estado como empleador en la provincia. Si bien existe en la región disponibilidad de mano de obra con experiencia en actividades vinculadas a la explotación petrolera que podría satisfacer en parte los requerimientos del complejo, lo expuesto pone de relieve las dificultades que enfrentará cualquier proyecto industrial para reclutar mano de obra calificada y plantea la necesidad de desplazar recursos humanos, lo cual implica tiempo y otros recursos económicos.

CAPÍTULO 7 | Análisis Económico -Financiero

1. Inversión

El costo del capital fijo se estima a partir de la regla de los seis décimos utilizando los datos de una planta de referencia (tamaño, monto de inversión y factor de escala) publicados en el *Process Economic Program (PEP) Yearbook 1998* del SRI, con localización en Costa Golfo EE.UU.

Al costo de capital fijo pertenecen los siguientes rubros:

Unidad de proceso (in-sites battery limits –ISBL–): incluye equipos principales y secundarios necesarios para ejecutar el proceso productivo, desde el abastecimiento de insumos hasta la purificación y separación del producto. Asimismo, comprende los costos indirectos de construcción e ingeniería básica (SRI, 1986).

Instalaciones auxiliares (Off-sites battery limits): incluye instalaciones para generar servicios (vapor, agua de enfriamiento, refrigeración, etc.); de almacenamiento y servicios generales (SRI, 1986).

El capital fijo correspondiente a ISBL se calcula como:

$$I_t = I_0 \times (T_t/T_0)^\alpha$$

Donde:

I_0 (inversión necesaria para T_0) = 67,7 millones de dólares.

T_0 (tamaño de la planta usado como referencia) = 310.000 toneladas

T_t (tamaño de la planta en estudio) = 125.250 toneladas

α (factor de escala) = 0,69

$$\text{ISBL}^{66} = 67,7 \times (125.250/310.000)^{0,69} \times 1.000.000 = 36.225.190 \text{ U\$S}$$

Los off-sites se estiman como el 50%⁶⁷ de dicho valor. La actualización a febrero de 2009 de los datos disponibles para el año 1998 se realizó por aplicación del *Chemical*

⁶⁶ El valor del ISBL de la planta de referencia publicado en el PEP Yearbook incluye un 25% de contingencias.

⁶⁷ Los costos de los off-sites se estiman generalmente como un porcentaje de los costos ISBL en las primeras etapas de diseño del proyecto. Pueden variar en un rango del 10% al 100% de los costos ISBL, dependiendo

Engineering Plant Cost Index CEPCI⁶⁸, cuyos valores son CEPCI '98=389,5 y CEPCI '09=539,6. Finalmente se afecta por el factor de localización. El capital fijo total asciende a 101,6 millones de U\$S.

Factor de localización: El valor de la inversión en Argentina se obtiene aplicando un factor de localización calculado a partir del índice de costo de plantas petroquímicas IPA⁶⁹. Se adiciona un 10% por cada 1.000 millas (1.610 km aprox.) porque el sitio de radicación se encuentra lejos del principal centro industrial o importador (Buenos Aires)⁷⁰.

Tabla 24: Estimación de la inversión inicial
(Capacidad de producción 125.000 t/año)

Inversión	(en U\$S)
Battery limits	36.225.190
off-sites	18.112.595
Total Costo fijo	54.337.785
Total costo fijo ajustado	101.624.911

Fuente: Elaboración propia

El sistema de depreciación elegido para la inversión del proyecto es el método lineal con un plazo de 15 años, sin valor residual.⁷¹

El capital de trabajo se estima como el 5% de la inversión inicial y asciende a 5 millones de dólares aproximadamente⁷². Se supone que este valor se reintegra al final del horizonte de evaluación.

2. Ingresos operativos

Los ingresos se calculan considerando las cantidades que se obtienen en el proceso con una tasa de operación de 92,5% (115.800 t/año) y el precio unitario estimado de 1.350 U\$S/t.

del alcance del proyecto y su impacto sobre la infraestructura. En proyectos petroquímicos típicos, los costos de los off-sites se estiman entre el 20%-50% de los costos ISBL.

⁶⁸ Este índice es publicado por la revista Chemical Engineering y permite actualizar tanto equipos como plantas de procesos completas.

⁶⁹ Este índice es publicado periódicamente en el Boletín Informativo IPA y permite comparar la evolución del costo de una planta petroquímica tipo construida en Argentina y en la Costa Golfo EE.UU. En este informe se utilizaron los datos correspondientes a marzo de 2009.

⁷⁰ Bridgwater, A., Internacional construction cost location factors, Chemical Engineering, november 5, 1979.

⁷¹ Si bien existen distintos métodos para calcular la depreciación, en los estudios de viabilidad se acepta la convención de que es suficiente aplicar el método de línea recta sin valor residual. Sapag Chain, N. (2007). Preparación y Evaluación de Proyectos. Mc Graw-Hill.

⁷² El procedimiento adoptado para la estimación del capital de trabajo es de aplicación generalizada en proyectos capital-intensivo, tal como el aquí expuesto (el costo de mano de obra equivale al 10% del costo de capital fijo ajustado). El componente más importante (80%) del costo de producción es la materia prima pero al momento de esta evaluación se carece de precisiones respecto a la forma de integración del negocio propuesto entre proveedor de propileno y productor de polipropileno. Esto último condiciona el cálculo del capital de trabajo del proyecto.

Los ingresos anuales totales netos del impuesto a los ingresos brutos alcanzan los 154 millones de dólares.

Tabla 25: Ingresos operativos del proyecto

Ingresos	Ciclo de vida del proyecto				
	Año 1	Año 2	Año 3	...	Año 15
Ingresos por ventas	156.403.293	156.403.293	156.403.293	156.403.293	156.403.293
IIB	2.346.049	2.346.049	2.346.049	2.346.049	2.346.049
Total ingresos	154.057.244	154.057.244	154.057.244	154.057.244	154.057.244

Fuente: Elaboración propia

3. Costos operativos

Los costos operativos están relacionados a la capacidad de la planta e incluyen:

Costos variables: materias primas y servicios (vapor, energía eléctrica, agua, etc.)

Costos directos: mano de obra, materiales de mantenimiento, insumos operativos, laboratorio.

Costo puerta de planta: a los costos directos se incorpora el "overhead" de planta, impuesto y seguro, amortización.

Costo de producción: finalmente se agrega un porcentaje en concepto de gastos administrativos, ventas, etc., para obtener el costo de producción.

El **propileno** constituye la principal materia prima utilizada (representa el 78% del costo total de producción sin incluir depreciación). El volumen requerido por la planta es de 116.086 toneladas anuales. Suponiendo que se compra al precio de mercado vigente U\$S 863, el costo anual asciende a 100.182.218 millones de dólares.

El **agua** se tomará del río Gallegos mediante un acueducto construido a tal fin. Se requieren 114,4 m³ por tonelada de PP, con lo cual el volumen de agua anual necesario es de 13,2 millones de m³ y su costo asciende a 314.011 dólares.

Para la operación de la planta y para que el producto cumpla con las especificaciones estipuladas se requieren otros **insumos** (nitrógeno y catalizadores) cuyo costo en conjunto totaliza un valor de alrededor de 2,9 millones de dólares.

Con respecto al consumo de **energía eléctrica**, el consumo anual es de 30 millones de KWh. El cargo fijo asciende a 2,40 U\$/KW y el costo variable a 0,01 U\$/KW-h aproximadamente. El costo anual por este concepto es de 1,1 millones de dólares.

El consumo de **gas natural** anual es de 69.513 MMBTU. Considerando un precio de 2,5 U\$/MMBTU, el costo anual es de U\$S 173.781.

Tabla 26: Insumos específicos de materias primas y servicios

Materia Prima y Servicios	Consumo por t/PP	Costo unitario	Costo por t/PP	Costo anual
Propileno	1,002 t	863	865	100.182.218
Catalizadores y químicos			23,50	2.722.576
Agua de enfriamiento	110 m3	0,015	1,694	196.257
Agua de reposición	4,4 m3	0,231	1,0164	117.754
Gas inerte (nitrógeno)	15,0 Nm3	0,1	1,50	173.781
Energía eléctrica	260 Kw-h	0,0382	9,92	1.149.397
Gas Natural	0,600 MMBTU	2,5000	1,50	173.781
Total costo variable				104.715.765

Fuente: Elaboración propia

El costo total de la **mano de obra** se calcula suponiendo una dotación de 200 empleados y un salario anual promedio de U\$S 54.167⁷³ incluyendo todas las jerarquías. Este componente del costo alcanza un valor anual de 10,2 millones de dólares.

El rubro **mantenimiento** incluye materiales y mano de obra. Se calcula como el 2% del costo fijo total.

Los **gastos de estructura** se estiman como el 80% del costo de la mano de obra y ascienden a 8,2 millones de dólares anuales.

Se supone un costo de 1 millón de U\$S en concepto de **impuestos y seguros** (1% del costo fijo total). La **depreciación** es de 6,8 millones de U\$S anuales.

Los **gastos administrativos y de ventas** equivalen al 1,5% del costo en puerta de planta y totalizan alrededor de 2 millones de U\$S anuales

En la siguiente tabla se resumen los costos contemplados en el proyecto.

⁷³ Este monto surge de multiplicar por 13 el salario mensual promedio del sector petrolero en 2009 para la Provincia de Santa Cruz. Dato suministrado por FOMICRUZ S.E.

Tabla 27: Costos operativos del proyecto

Egresos	Ciclo de vida del proyecto				
	Año 1	Año 2	Año 3	...	Año 15
Propileno	100.182.218	100.182.218	100.182.218	100.182.218	100.182.218
Catalizadores	2.722.576	2.722.576	2.722.576	2.722.576	2.722.576
Agua	314.011	314.011	314.011	314.011	314.011
Nitrógeno	173.781	173.781	173.781	173.781	173.781
Energía Eléctrica	1.149.397	1.149.397	1.149.397	1.149.397	1.149.397
Gas Natural	173.781	173.781	173.781	173.781	173.781
Total costos variables	104.715.765	104.715.765	104.715.765	104.715.765	104.715.765
Mano de obra	10.263.158	10.263.158	10.263.158	10.263.158	10.263.158
Mantenimiento	2.032.498	2.032.498	2.032.498	2.032.498	2.032.498
Total costos directos	117.011.421	117.011.421	117.011.421	117.011.421	117.011.421
Gastos de estructura	8.210.526	8.210.526	8.210.526	8.210.526	8.210.526
Impuestos y seguros	1.016.249	1.016.249	1.016.249	1.016.249	1.016.249
Depreciación	6.774.994	6.774.994	6.774.994	6.774.994	6.774.994
Total costo puerta planta	133.013.190	133.013.190	133.013.190	133.013.190	133.013.190
Gastos Adm. y Vtas	1.995.198	1.995.198	1.995.198	1.995.198	1.995.198
Total Costo de producción	135.008.388	135.008.388	135.008.388	135.008.388	135.008.388

Fuente: Elaboración propia

4. Alternativas de Inversión

Se analizan tres alternativas de inversión:

Alternativa 1: Evaluación de la rentabilidad intrínseca del proyecto. En este caso no se diferencia entre recursos propios y ajenos.

Alternativa 2: Evaluación del proyecto con beneficios promocionales (Ley Nacional N° 26.360/2008).

Alternativa 3: En este caso se analiza la rentabilidad que obtendría el inversionista por los recursos propios aportados al proyecto.

5. Indicadores de Rentabilidad

5.1. Periodo de Recuperación de la Inversión (Pay-Back)

Este indicador determina el número de periodos necesarios para recuperar la inversión inicial. En el caso de un flujo de fondos constante, el periodo de recuperación es igual al cociente entre la erogación de capital y el monto del flujo correspondiente. En presencia de un flujo de fondos variable, el periodo de recuperación se calcula por acumulación de los mismos hasta completar la inversión inicial.

El indicador orienta sobre la liquidez de la inversión y en un contexto de gran inestabilidad puede resultar un criterio decisivo.

Para determinar el mérito relativo de distintas alternativas, la utilización de este método requiere la fijación de un periodo de recupero máximo, otorgando prioridad a aquellas con menor periodo de recupero.

Entre las limitaciones de este método pueden destacarse:

- No toma en cuenta los ingresos que ocurren una vez completado el periodo de recupero.
- No toma en cuenta el valor tiempo del dinero (preferencia temporal), asignando igual valor a un peso ingresado en el primer periodo que a otro que ingresa en periodos más lejanos.

La limitación señalada en primer término tendría como efecto castigar proyectos con largo periodo de maduración, lo cual no podría considerarse compensado por el hecho de no penar ingresos que ocurren en periodos más alejados (segunda restricción) (Alonso, 2007).

El indicador es bastante criticado, desde el punto de vista conceptual, justamente porque sólo considera la dimensión liquidez. Sin embargo, es muy utilizado en la práctica, juntamente con otros indicadores, porque esa dimensión de las inversiones es, para su descripción e interpretación, tan importante como las demás (Fornero, capítulo 8).

5.2. Valor Actual Neto (VAN)

El VAN es la suma algebraica del valor actualizado de costos e ingresos esperados del proyecto. La actualización consiste en descontar el flujo de fondos futuros a una tasa r . El VAN de una inversión, con un desembolso original de capital K_0 y flujo neto de fondos esperado al final de cada periodo " i " igual a B_i , es:

$$VAN = -K_0 + \sum B_i / (1 + r)^i$$

La tasa r es una variable que representa por ejemplo, el costo del capital o la rentabilidad mínima aceptable por la empresa. Así, el VAN es una función de r , K y de B_i .

Este criterio decide a favor de aquella inversión con VAN positivo. Si los proyectos en cuestión son mutuamente excluyentes⁷⁴, debería aceptarse el de mayor VAN.

Las ventajas del VAN como criterio de decisión son:

- Actualiza el valor monetario de una corriente futura de fondos.
- Posibilita el ordenamiento de inversiones, según la rentabilidad de las mismas. Esto es importante tanto en presencia de alternativas mutuamente excluyentes como en el caso de escasez de capital.
- Los valores de VAN obtenidos por aplicación de distintas r pueden graficarse haciendo $VAN = f(r)$. Ello brinda el perfil del valor presente o curva financiera del proyecto. A medida que r aumenta, el VAN disminuye hasta volverse 0 y negativo. Esto permite estimar la sensibilidad de la rentabilidad de la inversión frente a tasas de descuento alternativas.

El principal inconveniente de este criterio consiste en especificar la tasa de descuento r . En condiciones de un mercado financiero con recursos suficientes para realizar todos los proyectos rentables ($VAN > 0$), r coincide con el costo de oportunidad del capital de la empresa. Sin embargo, la realidad indica un mercado financiero imperfecto; en este caso la tasa de actualización equivale al rendimiento de la inversión marginal (esto es, la tasa de rendimiento de la inversión que no se ejecuta por falta de recursos).

5.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es la tasa que iguala el valor presente de los ingresos netos esperados con el valor presente de los egresos netos, es decir, es la tasa que hace el VAN igual a cero.

$$VAN = -K_0 + \sum Bi / (1 + r)^i = 0$$

La tasa de actualización es ahora una incógnita. Mide la capacidad de generar recursos en relación al monto invertido, por lo tanto, a cada proyecto le corresponderá una TIR particular. El criterio decide a favor de aquellas inversiones con TIR mayor que la tasa de corte, ya sea ésta la del costo del capital o la del costo de oportunidad.

Una de las limitaciones de este criterio es suponer que los flujos de fondos se reinvierten a la misma tasa TIR. Este supuesto permite mantener la identidad de la ecuación. Ahora bien, dado que r es una tasa interna, intrínseca al proyecto e independiente del mercado

⁷⁴De acuerdo al grado de independencia los proyectos pueden ser mutuamente excluyentes, aquellos que compiten entre sí y la aceptación de uno excluye al otro; o independientes, proyectos que no compiten entre sí.

financiero, ¿es válido suponer que la empresa tiene periodo tras periodo oportunidades de inversión con rentabilidad r o fuentes de financiamiento de costo r ? (Dichiara, 1988).

En determinadas circunstancias, el flujo de caja puede adoptar una estructura tal que puede utilizarse más de una TIR para resolver la ecuación. Este es el caso de proyectos no convencionales con flujos que presentan más de una reversión de signo siendo posible obtener tantas TIR como cambios de signo presente. En dichas circunstancias, la medida más adecuada del valor de la inversión del proyecto es el VAN (Sapag Chain, 2008).

5.4. Comparación VAN y TIR

VAN y TIR difieren en el supuesto implícito de la tasa de reinversión de los flujos de fondos intermedio. VAN supone que la tasa de reinversión es el costo del capital, en tanto que en la TIR la tasa de reinversión es la misma TIR. La TIR modificada incorpora el supuesto de reinversión al costo del capital.

Matemáticamente VAN y TIR siempre llevarán a la misma decisión de aceptar o rechazar proyectos convencionales siempre que se consideren en forma individual e independiente. En el caso de proyectos mutuamente excluyentes, se pueden presentar conflictos en el ranking de los mismos entre los dos criterios. En todos los casos el VAN es superior a la TIR.

6. Análisis de la alterativa 1

6.1. Flujo de Caja

A partir de los datos presentados anteriormente se construye el flujo de caja del proyecto para un horizonte de 15 años. La alícuota del Impuesto a las Ganancias es del 35%. Dado el grado de detalle que se requiere en esta etapa de la investigación se suponen constantes todas las variables, estudiando posibles variaciones de las mismas en el análisis de sensibilidad.

Tabla 28: Flujo de Caja – Alternativa 1
(en miles de U\$S)

Años	Ciclo de vida del proyecto															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Inversión	-102															
Capital de Trabajo	-5.081															
Ingresos		154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057
Costos		128.233	128.233	128.233	128.233	128.233	128.233	128.233	128.233	128.233	128.233	128.233	128.233	128.233	128.233	128.233
BAD		25.824	25.824	25.824	25.824	25.824	25.824	25.824	25.824	25.824	25.824	25.824	25.824	25.824	25.824	25.824
Depreciación		6.775	6.775	6.775	6.775	6.775	6.775	6.775	6.775	6.775	6.775	6.775	6.775	6.775	6.775	6.775
BDD		19.049	19.049	19.049	19.049	19.049	19.049	19.049	19.049	19.049	19.049	19.049	19.049	19.049	19.049	19.049
Impuesto a las Ganancias		6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667	6.667
BN		12.382	12.382	12.382	12.382	12.382	12.382	12.382	12.382	12.382	12.382	12.382	12.382	12.382	12.382	12.382
BN+Dep		19.157	19.157	19.157	19.157	19.157	19.157	19.157	19.157	19.157	19.157	19.157	19.157	19.157	19.157	19.157
Devolución Capital de Trabajo																5.081
FNC	-106.706	19.157	24.238													

BAD: Beneficio antes de depreciación, BDD: Beneficio después de depreciación, BN: Beneficio neto, FNC: Flujo neto de caja

Fuente: Elaboración propia

6.2. Análisis de rentabilidad

En la siguiente tabla se muestran los indicadores de rentabilidad obtenidos.

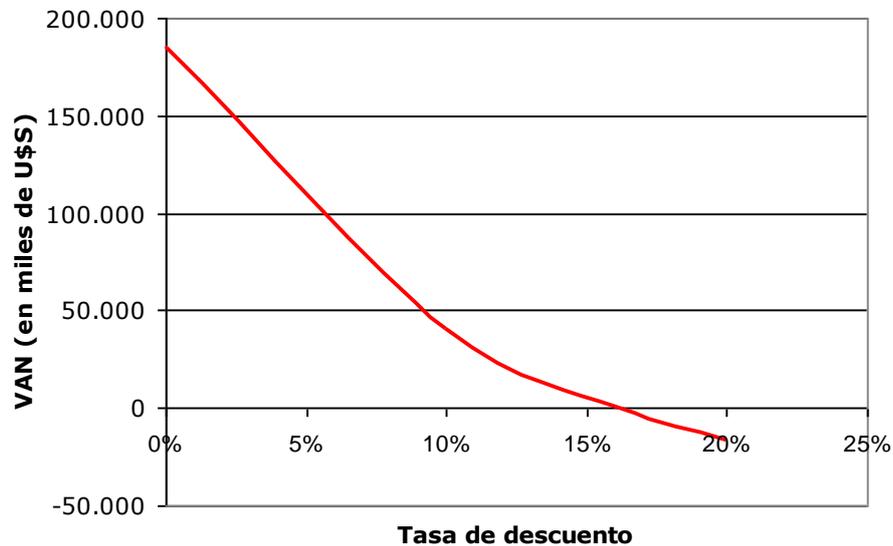
Tabla 29: Indicadores de rentabilidad – Alternativa 1

VAN (0%)	185.726.345
VAN (10%)	40.218.020
VAN (20%)	-16.809.493
TIR	16,13%
PAY-BACK	5,57 años

Fuente: Elaboración propia

El VAN se calculó a distintas tasas de descuento (0%, 10% y 20%) para obtener la curva financiera del proyecto que se muestra a continuación.

Gráfico 32: Curva financiera- Alternativa 1



Fuente: Elaboración propia

6.2. Análisis costo-volumen-utilidad

El análisis costo-volumen-utilidad, conocido también como análisis del punto de equilibrio, muestra las relaciones básicas entre costos e ingresos para diferentes niveles de producción y ventas, asumiendo valores constantes de ingresos y costos dentro de rangos razonables de operación. El resultado de la combinación de estas variables se expresa por:

$$R = pxq - vxq - F$$

Donde R es la utilidad, p es el precio, q es la cantidad producida y vendida, v el costo variable unitario o CVme y F los costos fijos totales.

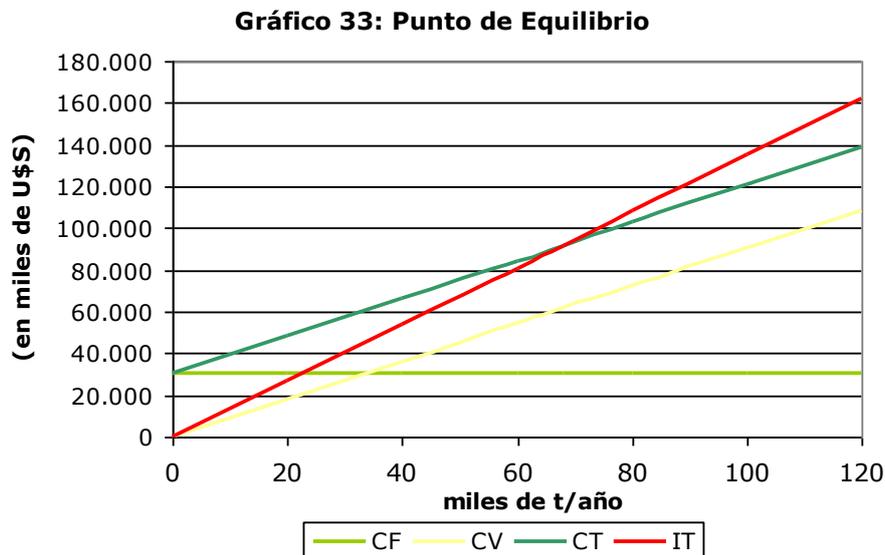
A partir de la expresión anterior es posible calcular el punto mínimo de producción al que se debe operar para no incurrir en pérdidas, sin que esto signifique que aunque haya ganancias éstas sean suficientes para hacer rentable el proyecto. Matemáticamente sería:

$$q_e = F / (P - V)$$

De acuerdo con los datos de costos e ingresos de este proyecto se obtiene:

$$q_e = 30.292.623 / (1350 - 904) = 67.899$$

En consecuencia, para una producción de 67.899 t/año se igualan costos (CT) e ingresos (IT); ello representa cerca del 60% de la capacidad total de producción del proyecto.



Fuente: Elaboración propia

Este método, si bien útil por su simplicidad, presenta algunas limitaciones. En primer lugar, no tiene en cuenta la inversión ni el costo de capital, con lo cual no constituye una herramienta de evaluación económica. Además, es difícil delimitar con exactitud costos fijos y variables, y esto es muy importante ya que si los costos fijos son menores se alcanza más rápido el punto de equilibrio. Asimismo, asume valores constantes de ingresos y egresos, si éstos cambian también se modificará el punto de equilibrio (Baca Urbina, 2000).

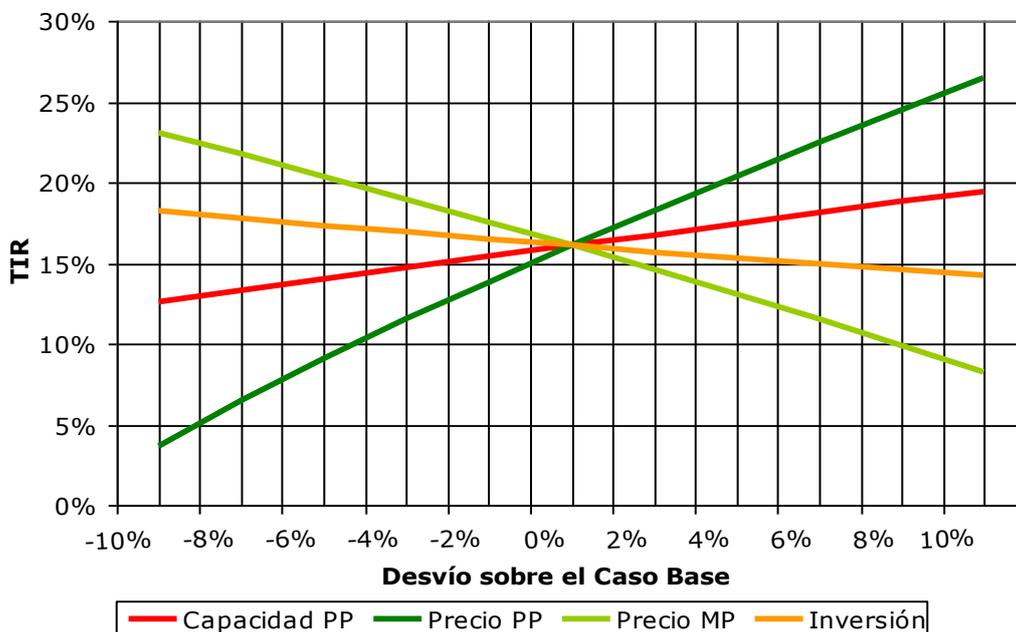
6.2. Análisis de Sensibilidad

Dada la incertidumbre acerca del contexto en el cual se inserta el proyecto, es conveniente analizar cuán sensible es la evaluación realizada a variaciones en uno o más parámetros decisorios.

Visualizar qué variables tienen mayor efecto en el resultado frente a distintos grados de error en su estimación permite decidir acerca de la necesidad de realizar estudios más profundos de esas variables, para mejorar las estimaciones y reducir el grado de riesgo por error (Sapag Chain, 2008).

A continuación se presentan las variaciones en la tasa interna de retorno frente a variaciones porcentuales de las principales variables del proyecto. El gráfico muestra como se apartan las distintas variables del caso base (definido a partir de los valores iniciales de las mismas) afectando la rentabilidad del proyecto. En el mismo se observa que las variables que provocan mayor repercusión en la rentabilidad son el precio del PP y el precio del propileno, principal materia prima.

Gráfico 34: Análisis de sensibilidad



Fuente: Elaboración propia

7. Análisis de la alternativa 2

La Ley Nacional Nº 26.360/2008– Promoción de Inversiones en Bienes de Capital y Obras de Infraestructura- instituye un régimen transitorio para el tratamiento fiscal de las inversiones en bienes de capital nuevos destinados a la actividad industrial, así como también para las obras de infraestructura, excluidas las obras civiles. Los sujetos alcanzados por dicho régimen podrán obtener la devolución anticipada del impuesto al valor agregado correspondiente a los bienes u obras de infraestructura incluidos en el proyecto de inversión propuesto o, alternativamente, practicar en el impuesto a las ganancias la amortización acelerada de los mismos. Dado que un mismo proyecto no puede acceder a los dos tratamientos, en este análisis se optó por la amortización acelerada del capital fijo⁷⁵.

La amortización acelerada tiene la ventaja de reducir la base imponible del impuesto a las ganancias en los primeros años, reduciéndose el valor de este impuesto e incrementándose por lo tanto los flujos de fondos iniciales.

⁷⁵ Ver anexo II Legislación aplicable al proyecto.

Tabla 30: Flujo de Caja – Alternativa 2
(en miles de U\$S)

Años	Ciclo de vida del proyecto																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Inversión	-101.625																
Capital de Trabajo	-5.081																
Ingresos		154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057
Costos		128.386	128.386	128.386	128.386	128.386	128.386	128.386	128.386	128.386	128.386	128.386	128.386	128.386	128.386	128.386	128.386
BAD		25.672	25.672	25.672	25.672	25.672	25.672	25.672	25.672	25.672	25.672	25.672	25.672	25.672	25.672	25.672	25.672
Depreciación		16.937	16.937	16.937	16.937	16.937	16.937										
BDD		8.734	8.734	8.734	8.734	8.734	8.734	25.672	25.672	25.672	25.672	25.672	25.672	25.672	25.672	25.672	25.672
Impuesto a las Ganancias		3.057	3.057	3.057	3.057	3.057	3.057	8.985	8.985	8.985	8.985	8.985	8.985	8.985	8.985	8.985	8.985
BN		5.677	5.677	5.677	5.677	5.677	5.677	16.687	16.687	16.687	16.687	16.687	16.687	16.687	16.687	16.687	16.687
BN+ Dep		22.615	22.615	22.615	22.615	22.615	22.615	16.687	16.687	16.687	16.687	16.687	16.687	16.687	16.687	16.687	16.687
Dev. Cap. Trabajo																	5.081
FNC	-106.706	22.615	22.615	22.615	22.615	22.615	22.615	16.687	16.687	16.687	16.687	16.687	16.687	16.687	16.687	16.687	21.768

BAD: Beneficio antes de depreciación, BDD: Beneficio después de depreciación, BN: Beneficio neto, FNC: Flujo neto de caja

Fuente: Elaboración propia

7.1. Análisis de rentabilidad

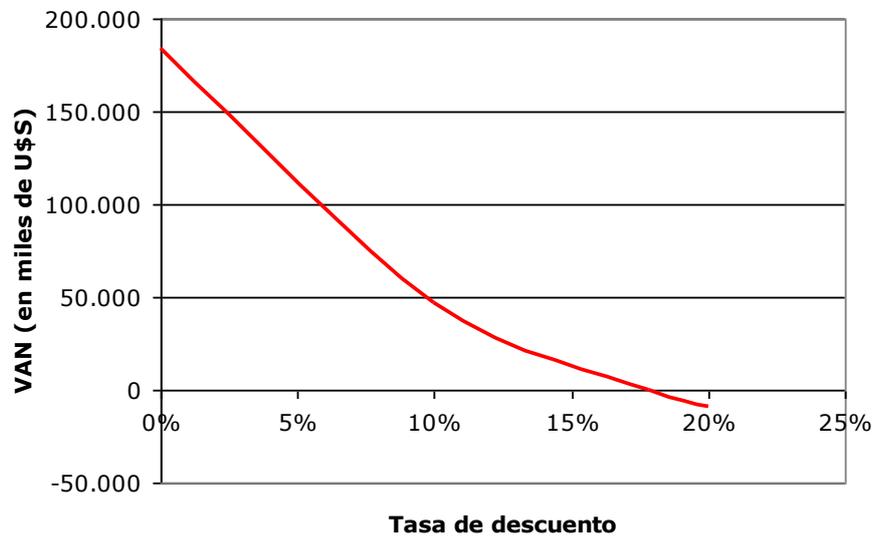
La amortización acelerada de la inversión produce un menor pago de impuestos, incrementa la rentabilidad esperada del proyecto y permite recuperar más rápidamente el capital.

Tabla 31: Indicadores de rentabilidad – Alternativa 2

VAN (0%)	184.240.080
VAN (10%)	47.246.984
VAN (20%)	-8.645.442
TIR	17,86%
PAY-BACK	4,72 años

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 35: Curva Financiera – Alternativa 2



Fuente: Elaboración propia

8. Análisis de la alternativa 3

Para determinar la rentabilidad que obtendría el inversionista por los recursos propios aportados al proyecto, se debe incorporar al flujo de caja que mide la rentabilidad del total de la inversión (alternativa 1) el efecto del financiamiento externo.

En este caso el 50% de la inversión fija se financia con un préstamo a 15 años a una tasa de interés del 5% anual (LIBOR anual a febrero de 2009 2,05% más una prima de riesgo del 3%). El 50% restante y el capital de trabajo se financian con recursos propios del inversionista.

Para incorporar el efecto del financiamiento debe calcularse primero el monto de la cuota que se deberá servir al banco anualmente y diferenciar de ella los componentes de interés y de amortización de la deuda. El monto de la cuota (C) se puede calcular por la siguiente expresión:

$$C = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Donde *P* es el monto del préstamo, *i* la tasa de interés y *n* el número de cuotas en que se servirá el crédito. Reemplazando resulta una cuota de \$ 4.885.300.

En la siguiente tabla se distingue la parte de la cuota que corresponde a los intereses del préstamo (que se encuentran afectados a impuesto) de su amortización (que no está afectada a impuesto).

Tabla 32: Tabla de pagos

Año	Préstamo	Cuota	Interés	Amortización Préstamo	Saldo Préstamo
0	50.812.455				50.812.455
1		4.895.388	2.540.623	2.354.765	48.457.690
2		4.895.388	2.422.884	2.472.504	45.985.186
3		4.895.388	2.299.259	2.596.129	43.389.057
4		4.895.388	2.169.453	2.725.935	40.663.122
5		4.895.388	2.033.156	2.862.232	37.800.890
6		4.895.388	1.890.044	3.005.344	34.795.546
7		4.895.388	1.739.777	3.155.611	31.639.935
8		4.895.388	1.581.997	3.313.391	28.326.544
9		4.895.388	1.416.327	3.479.061	24.847.483
10		4.895.388	1.242.374	3.653.014	21.194.469
11		4.895.388	1.059.723	3.835.665	17.358.804
12		4.895.388	867.940	4.027.448	13.331.356
13		4.895.388	666.568	4.228.820	9.102.536
14		4.895.388	455.127	4.440.261	4.662.274
15		4.895.388	233.114	4.662.274	0

Fuente: Elaboración propia

Para medir la rentabilidad de los recursos propios se debe incluir el efecto del financiamiento en el flujo de caja original, incorporando el préstamo con signo positivo, los intereses antes de impuesto con signo negativo, y la amortización del préstamo con signo negativo después de impuesto.

**Tabla 33: Flujo de caja – Alternativa 3
(en miles de U\$S)**

Años	Ciclo de vida del proyecto															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Inversión	-101.625															
Capital de Trabajo	-5.081															
Préstamos	50.812															
Ingresos		154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057	154.057
Costos		128.233	128.233	128.233	128.233	128.233	128.233	128.233	128.233	128.233	128.233	128.233	128.233	128.233	128.233	128.233
BAD		25.824	25.824	25.824	25.824	25.824	25.824	25.824	25.824	25.824	25.824	25.824	25.824	25.824	25.824	25.824
Depreciación		6.775	6.775	6.775	6.775	6.775	6.775	6.775	6.775	6.775	6.775	6.775	6.775	6.775	6.775	6.775
BDD		19.049	19.049	19.049	19.049	19.049	19.049	19.049	19.049	19.049	19.049	19.049	19.049	19.049	19.049	19.049
Intereses		2.541	2.423	2.299	2.169	2.033	1.890	1.740	1.582	1.416	1.242	1.060	868	667	455	233
BDDeI		16.508	16.626	16.750	16.880	17.016	17.159	17.309	17.467	17.633	17.807	17.989	18.181	18.382	18.594	18.816
Impuesto a las Ganancias		5.778	5.819	5.862	5.908	5.956	6.006	6.058	6.113	6.171	6.232	6.296	6.363	6.434	6.508	6.586
BN		10.730	10.807	10.887	10.972	11.060	11.153	11.251	11.354	11.461	11.574	11.693	11.818	11.949	12.086	12.230
BN + Dep		17.505	17.582	17.662	17.747	17.835	17.928	18.026	18.129	18.236	18.349	18.468	18.593	18.724	18.861	19.005
Reembolso		2.355	2.473	2.596	2.726	2.862	3.005	3.156	3.313	3.479	3.653	3.836	4.027	4.229	4.440	4.662
Dev. Cap. Trabajo																5.081
FNC	-55.894	25.881	25.917	25.954	25.993	26.033	26.076	26.121	26.169	26.218	26.271	26.325	26.383	26.443	26.507	31.655

BAD: Beneficio antes de depreciación, BDD: Beneficio después de depreciación, BDDeI: Beneficio después de depreciación e intereses,

BN: Beneficio neto, FNC: Flujo neto de caja

Fuente: Elaboración propia

8.1. Análisis de rentabilidad

Al recurrir a un préstamo para financiar el proyecto, se debe asumir el costo financiero asociado a todo proceso de otorgamiento de créditos, el cual tiene un efecto negativo sobre las utilidades y, por lo tanto, positivo sobre el impuesto. Es decir, genera un ahorro tributario al reducir las utilidades contables sobre las cuales se calcula el impuesto.

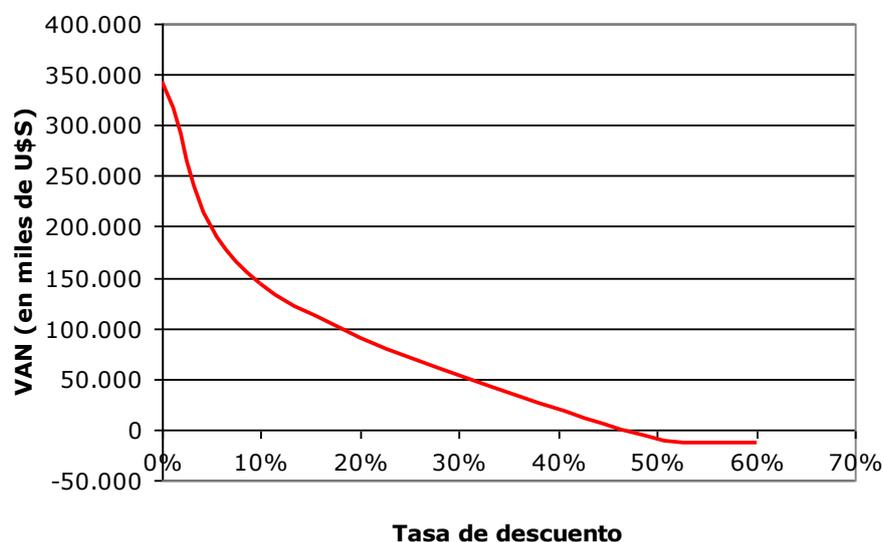
La introducción de los intereses en el proyecto presenta un fenómeno particular que se denomina apalancamiento. El apalancamiento financiero es el efecto que se produce en la rentabilidad de la empresa como consecuencia del empleo de deuda en su estructura de financiación. Un mayor empleo de deuda genera un incremento en la rentabilidad sobre los recursos propios, siempre que el costo de la deuda sea menor que la rentabilidad del proyecto.

Tabla 34: Indicadores de rentabilidad – Alternativa 3

VAN (0%)	342.048.811
VAN (10%)	143.899.063
VAN (60%)	-12.686.081
TIR	46,31%
PAY-BACK	2,16 años

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 36: Curva Financiera – Alternativa 3



Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

El mercado interno de PP constituye una oportunidad de negocio atractiva. El proyecto debería focalizarse en los nichos de mercado de alto valor agregado produciendo PP especiales y PP de alta calidad. La competencia más importante podría venir de la región especialmente si se concretan proyectos que cuentan con materia prima abundante y a bajo precio, con ventajas arancelarias y logísticas.

La capacidad de producción del proyecto alcanza la escala mínima de producción, siendo la materia prima disponible la principal restricción. De asegurarse un mayor suministro de propileno se podría adicionar capacidad fácilmente ya que la tecnología Spheripol tiene un método de instalación modular.

La localización de la planta en cercanías de la fuente de materia prima plantea un importante desafío logístico ya que se encuentra separada por grandes distancias de los mercados objetivos. En una etapa posterior de análisis debería incluirse en la inversión el costo del muelle y del acueducto ya que la infraestructura actual no se adecua a las necesidades del proyecto.

Los indicadores de rentabilidad del proyecto constituyen valores razonables (TIR = 16% y periodo de repago = 6 años). La rentabilidad del proyecto aumenta cuando se incluyen los beneficios promocionales en el análisis. La evaluación del capital propio da cuenta de un aumento significativo de la TIR respecto del proyecto original lo cual revela la presencia de un apalancamiento muy significativo que beneficiaría el proyecto.

De concretarse un complejo industrial en torno a los líquidos del gas natural en Punta Loyola resultará imprescindible planificar en forma temprana el desarrollo de la región atendiendo a la magnitud de la transformación que implicaría dicho complejo.

La cuantificación y caracterización del cambio requiere que se dimensionen con exactitud las demandas originadas por el crecimiento de la actividad industrial y portuaria proyectada. Una evaluación económica (considerando precios de equilibrio -sombra- en el flujo de caja) y social del proyecto (utilizando el costo de oportunidad del capital e incluyendo en el análisis las externalidades y los efectos no mensurables) constituiría un avance en este sentido.

La integración de una actividad industrial a gran escala, con un puerto moderno y diversificado y un centro urbano dotado de los servicios y actividades económicas que garanticen la calidad de vida de sus habitantes, conforma un desafío insoslayable.

ANEXO I

Figura 87: Ubicación de los Principales Yacimientos



Fuente: Austral Basin Facilities Map. IAPG. Diciembre de 2003.

Tabla 35: Oleoductos

Desde	Hasta	Empresa Operadora	Capacidad (MMm3/d)	Longitud (Km)	Diámetro (pulg.)
Estancia La Maggie	Punta Loyola	Río Alto		160	6
Campo Boleadoras	Punta Loyola	Río Alto	5.300/4.200	183	10/8
María Inés	Punta Loyola	Río Alto	3.300	156	8
El cóndor	Punta Loyola	Río Alto	1.200	71,50	6

Fuente: IPA (2008b)

ANEXO II

1. Régimen fiscal y aduanero

El régimen fiscal y aduanero de un país tiene enorme influencia sobre proyectos de inversión de estas características. Se hará mención de los principales instrumentos de aplicación exclusiva en la región.

1.1. Ley Nacional N° 22.415/81 - Código Aduanero y Ley Nacional N° 24.331/94

En el marco del Pacto Federal para el Empleo, la Producción y el Crecimiento que el Estado Nacional suscribió con las Provincias, y de la Ley N° 24.331, se crearon en la Provincia de Santa Cruz dos Zonas Francas, una en la Ciudad de Río Gallegos, y otra en la Ciudad de Caleta Olivia.

El Artículo 590 del Código Aduanero define Área Franca como el "ámbito dentro del cual la mercadería no está sometida al control habitual del servicio aduanero y su introducción y extracción no están gravadas con el pago de tributos, salvo las tasas retributivas de servicios que pudieren establecerse, ni alcanzadas por prohibiciones de carácter económico".

Si bien a la fecha se encuentran vencidos los plazos estipulados para su concreción, ya se encuentran confeccionados los pliegos para la convocatoria a una nueva licitación para su explotación. Con lo cual existe la intención del Gobierno Provincial de reiniciar el diálogo con el Gobierno Nacional a fin de firmar los instrumentos legales necesarios para reactivar el proyecto, ya sea en las localidades en las que previamente habían sido definidas las localizaciones de las zonas francas o en otras que pudieran resultar de mayor interés.

Es de destacar que en el caso de Tierra del Fuego, el Régimen de Zona Aduanera Especial, aquél en el cual es aplicable un sistema especial arancelario y de prohibiciones de carácter económico a las importaciones y a las exportaciones (Artículo 2 del Código Aduanero), es exhibido por el Gobierno Provincial como su principal argumento para atraer inversiones.

Al respecto, la Ley Nacional N° 19.640 exime del pago de todo impuesto nacional a los hechos, actividades u operaciones que se realicen en la Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur, o por bienes existentes en la misma. Se exceptúa de

esto a los tributos con afectación especial, a los que revisten el carácter de tasas por servicios y a los derechos de importación y exportación. Esto significa que las actividades llevadas a cabo en la región cuentan con los siguientes beneficios: exención del pago del Impuesto a las Ganancias, Impuesto al Valor Agregado, derechos de importación y de cualquier otro impuesto o tasa a las importaciones dado que la Provincia constituye un Área Aduanera Especial.

1.2. Ley Nacional Nº 23.981/91 - Tratado de Asunción

Esta Ley aprueba el Tratado de Asunción para la constitución de un mercado común denominado "Mercado Común del Sur" (MERCOSUR), integrado inicialmente por Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay. Desde 2006, Venezuela es Estado Parte en proceso de adhesión y será miembro pleno con la vigencia del Protocolo de Adhesión de la República Bolivariana de Venezuela al MERCOSUR. Los Estados Asociados del MERCOSUR son Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y Perú.

Este Mercado Común implica entre otras cuestiones:

- a) La libre circulación de bienes, servicios y factores productivos entre los países, a través, de la eliminación de los derechos aduaneros y restricciones no arancelarias a la circulación de mercaderías y de cualquier otra medida equivalente, entre otros;
- b) El establecimiento de un arancel externo común y la adopción de una política comercial común con relación a terceros Estados o agrupaciones de Estados y la coordinación de posiciones en foros económico-comerciales regionales e internacionales.

Para los productos considerados en este análisis el arancel externo común es del 14%.

1.3. Ley Nacional Nº 20.628/73 – Impuesto a las Ganancias

Esta ley grava las ganancias obtenidas por las personas de existencia visible o ideal. Los residentes tributan por sus ganancias obtenidas en el país y en el extranjero, los no residentes tributan exclusivamente sobre las ganancias de fuente argentina.

Las rentas se dividen en cuatro categorías (del suelo, de capitales, de las empresas y del trabajo personal) las cuales tienen deducciones específicas y formas distintivas del cálculo del tributo.

La alícuota del tributo es del 35% para las personas jurídicas y, si bien, la liquidación es anual se pagan anticipos mensuales.

1.4. Ley Nacional N° 26.360/2008– Promoción de Inversiones

Esta ley instituye un régimen transitorio para el tratamiento fiscal de las inversiones en bienes de capital nuevos destinados a la actividad industrial, así como también para las obras de infraestructura, excluidas las obras civiles.

Los sujetos alcanzados por dicho régimen podrán obtener la devolución anticipada del impuesto al valor agregado correspondiente a los bienes u obras de infraestructura incluidos en el proyecto de inversión propuesto o, alternativamente, practicar en el impuesto a las ganancias la amortización acelerada de los mismos. No podrán acceder a los dos tratamientos por un mismo proyecto y quedarán excluidos de ambos cuando sus créditos fiscales hayan sido financiados mediante el régimen establecido por la Ley 24.402 y/o por aquella norma que restablezca su vigencia y/o la modifique.

Los beneficiarios podrán acceder simultáneamente a ambos tratamientos fiscales en el caso de los proyectos de inversión cuya producción sea exclusivamente para el mercado de exportación y/o se enmarquen en un plan de producción limpia o de reconversión industrial sustentable.

Respecto de la devolución anticipada del IVA, la misma operará contra otros impuestos a cargo de la Administración Federal de Ingresos Públicos (AFIP) luego de transcurridos como mínimo tres períodos fiscales contados desde que se hayan realizado las respectivas inversiones, o, en su defecto, devuelto.

En relación a la amortización acelerada la ley establece que, por las inversiones que realicen durante el período comprendido entre el 1º de octubre de 2007 y el 30 de septiembre de 2010, los sujetos podrán optar por practicar las respectivas amortizaciones a partir del período fiscal de habilitación del bien, de acuerdo con las normas previstas en los artículos 83 y 84, según corresponda, de la Ley de Impuesto a las Ganancias (t.o. 1997), o conforme al régimen que se establece a continuación:

a) Para inversiones realizadas durante los primeros 12 meses inmediatos posteriores al 1º de octubre de 2007:

I. En bienes muebles amortizables adquiridos, elaborados, fabricados o importados en dicho período: como mínimo en 3 cuotas anuales, iguales y consecutivas.

II. En obras de infraestructura iniciadas en dicho período: como mínimo en la cantidad de cuotas anuales, iguales y consecutivas que surja de considerar su vida útil reducida al 50% de la estimada.

b) Para inversiones realizadas durante los segundos 12 meses inmediatos posteriores a la fecha indicada en el inciso a):

I. En bienes muebles amortizables adquiridos, elaborados, fabricados o importados en dicho período: como mínimo en 4 cuotas anuales, iguales y consecutivas.

II. En obras de infraestructura iniciadas en dicho período: como mínimo en la cantidad de cuotas anuales, iguales y consecutivas que surja de considerar su vida útil reducida al 60% de la estimada.

c) Para inversiones realizadas durante los terceros 12 meses inmediatos posteriores a la fecha indicada en el inciso a):

I. En bienes muebles amortizables adquiridos, elaborados, fabricados o importados en dicho período: como mínimo en 5 cuotas anuales, iguales y consecutivas.

II. En obras de infraestructura iniciadas en dicho período: como mínimo en la cantidad de cuotas anuales, iguales y consecutivas que surja de considerar su vida útil reducida al 70% de la estimada.

Se establece un cupo fiscal anual de 1.000 millones de pesos, que podrá ser atribuido indistintamente a los tratamientos impositivos mencionados. Dicho cupo se asignará de acuerdo con el mecanismo de concurso dispuesto, que fija los criterios de elegibilidad de los proyectos y contempla una fase técnica y una económica.

1.5. Ley Nacional N° 23.018/83 - Puertos Patagónicos

La Ley N° 23.018 establece que las exportaciones de mercaderías que se realizan por los puertos y aduanas ubicados al sur del Río Colorado, gozan de un reembolso adicional a la exportación.

Este reembolso se aplica únicamente a las exportaciones de mercaderías originarias de la región ubicada al sur del Río Colorado, que se exporten en su estado natural o manufacturadas en establecimientos industriales radicados en dicha región, y las exportaciones de manufacturas elaboradas en establecimientos industriales radicados en la región con insumos no originarios de ésta, siempre que dicho proceso genere un cambio en la posición arancelaria y que la mercadería resultante sea consecuencia de un proceso industrial y no de una simple etapa de armado.

El Porcentaje de Reembolso para el año 2004 correspondiente a los puertos de Santa Cruz (Punta Quilla, Punta Loyola y Río Grande) era del 6%. Estos porcentajes fueron disminuyendo a razón de un punto por año hasta su extinción, según lo establece la Ley N° 24.490.

1.6. Ley Provincial N° 1.538/83 - Impuesto sobre los Ingresos Brutos

Este impuesto grava el ejercicio habitual y a título oneroso en jurisdicción de la Provincia de Santa Cruz, del comercio, industria, profesión, oficio, negocio, locaciones de bienes, obras o servicios o de cualquier otra actividad a título oneroso.

La tasa general de este impuesto es del 2,5% sobre los ingresos brutos durante cada ejercicio fiscal. El pago se efectúa por el sistema de anticipos mensuales y ajuste final anual.

Las exportaciones no se encuentran alcanzadas por este gravamen, tal como lo establece el Artículo 29, Inciso d) de la Ley Provincial N° 1.627.

1.7. Ley Provincial N° 1.124 - Promoción de Actividades Productivas

Esta ley tiene como finalidad, entre otras, promover la radicación de nuevas actividades económicas en la Provincia, para lo cual se faculta al Poder Ejecutivo Provincial a establecer medidas promocionales tales como la exención de tributos por períodos determinados, particularmente del Impuesto sobre los Ingresos Brutos y del Impuesto a los Sellos.

Los beneficios de esta ley se otorgarán mediante decreto del Poder Ejecutivo Provincial, y se concederán por plazos preestablecidos de hasta quince años, los que podrán extenderse para casos excepcionales. Asimismo, esos plazos podrán ser prorrogados por un lapso no mayor que el establecido en el decreto promocional correspondiente.

1.8. Ley Provincial - Impuesto Inmobiliario Rural

Por los bienes inmuebles situados en la provincia que no se encuentran ubicados dentro de la jurisdicción delimitada por los ejidos municipales, deberá pagarse anualmente las sumas que fija la ley.

La base imponible de este impuesto es la valuación fiscal del inmueble rural establecida para el año a que el impuesto corresponda, y la alícuota es del 1,5% sobre la valuación fiscal.

1.9. Ley Provincial Nº 1451/82 y sus modificatorias - Uso y Preservación de Aguas Públicas no Marítimas

La ley establece el pago de un canon como contraprestación debida por el uso industrial de aguas públicas provinciales no marítimas, para el cual debe obtenerse permiso o concesión.

En la Provincia de Santa Cruz, según la Disposición 002/02 de la Dirección Provincial de Recursos Hídricos, se fija al Módulo como unidad de medida para el cobro del canon, equivalente al precio del litro de gasoil en boca de expendio del Automóvil Club Argentino de Río Gallegos, y según la siguiente escala:

m³ extraídos por día	Costo por m³ en módulos
De 0 a 1.000	1,00
De 1.001 a 5.000	0,83
De 5.001 a 10.000	0,66
Más de 10.000	0,33

2. Legislación ambiental

2.1. Constitución Nacional

La Constitución Nacional en su Artículo 41 establece que todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley.

Corresponde por tanto a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquéllas alteren las jurisdicciones locales ya que corresponde a éstas el dominio originario de los recursos existentes en su territorio (Artículo 124).

2.2. Constitución de la Provincia de Santa Cruz

La Constitución de la Provincia de Santa Cruz establece en su Artículo 52 el dominio originario de los recursos naturales, renovables o no, existentes en su territorio, comprendiendo el suelo, el subsuelo, el mar adyacente a sus costas, su lecho, la plataforma continental y el espacio aéreo y de las sustancias minerales y fósiles; y lo ejercita con las particularidades que establece para cada uno, sin perjuicio de las facultades delegadas. Serán considerados en especial del dominio originario provincial: los yacimientos hidrocarburíferos, los recursos ictícolas y las fuentes de energía.

Los recursos naturales y las fuentes de energía podrán ser explotados por empresas públicas, mixtas o privadas. El Estado ejercerá el poder de policía de conformidad a las normas que en su consecuencia se dicten.

2.3. Ley Nacional N° 25.675/02 - Ley General del Ambiente

En el año 2002, se sanciona la Ley General del Ambiente, que establece que el Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA) debe coordinar el consenso federal.

Esta ley rige en todo el territorio de la Nación, sus disposiciones son de orden público, operativas y se utilizan para interpretar y aplicar la legislación específica sobre la materia, la cual mantendrá su vigencia en cuanto no se oponga a los principios y disposiciones contenidas en ésta.

En este sentido, la legislación provincial y municipal referida a lo ambiental deberá ser adecuada a los principios y normas fijadas en esta ley; prevaleciendo ésta sobre toda otra norma que se le oponga.

El Federalismo Ambiental entonces debe ser entendido como un sistema en el que se articulan conjuntamente las provincias y el Gobierno Nacional. El COFEMA es el ámbito institucional de encuentro federal, a los fines de abordar los problemas y las soluciones del medio ambiente en la totalidad del territorio nacional.

2.4. Ley Provincial N° 2.658/03 – De la Evaluación de Impacto Ambiental

De acuerdo con lo establecido en esta ley, la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) constituye un procedimiento técnico administrativo destinado a identificar, interpretar y prevenir los impactos ambientales de corto, mediano y largo plazo que puedan causar actividades, proyectos o programas de construcción, modificación, ampliación, demolición

e instalación, entre otras, susceptibles de modificar directa o indirectamente el ambiente del territorio provincial.

Por Impacto Ambiental se entiende cualquier cambio neto, positivo o negativo, que se provoca sobre el ambiente como consecuencia, directa o indirecta de acciones antrópicas que puedan producir alteraciones susceptibles de afectar la salud o el bienestar de las generaciones presentes o futuras, la capacidad productiva de los recursos naturales y los procesos ecológicos esenciales.

El procedimiento de EIA, está integrado por las siguientes etapas:

- a) La presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental, en la que se expondrá una síntesis descriptiva de las acciones que se pretenden realizar, de modo tal que la autoridad de aplicación determine el tipo de Estudio Técnico adecuado a la magnitud y características del emprendimiento.
- b) La presentación del Estudio Técnico de Impacto Ambiental solicitado por la autoridad de aplicación, el cual se detallará posteriormente.
- c) El dictamen técnico; elaborado por la autoridad de aplicación una vez analizado el Estudio Técnico de Impacto Ambiental.
- d) La participación ciudadana, a través de audiencias públicas, presentación de denuncias, opiniones o pareceres que serán recepcionados por la autoridad de aplicación, de acuerdo con los requisitos establecidos en la reglamentación.
- e) La Declaración de Impacto Ambiental, renovable cada dos años durante toda la vida útil del emprendimiento. Para emitirlo la Autoridad considerará además de lo manifestado en el Estudio Técnico de Impacto Ambiental y en el proceso de participación ciudadana la adecuación del proyecto a las regulaciones municipales, provinciales y nacionales sobre ordenamiento territorial y todas aquellas concernientes a la preservación ambiental y de los recursos culturales.
- f) Finalizada la vida útil de la actividad o proyecto y una vez implementado el Plan de Abandono o Cierre, la autoridad de aplicación emitirá, previa evaluación y aprobación de lo actuado un Certificado de Aptitud Ambiental mediante el cual se aprueba la condición ambiental en la que se deja el predio afectado por la actividad.

2.4.1. Estudio Técnico de Impacto Ambiental

Este Estudio contendrá los siguientes datos:

- a) Datos generales que identifiquen el proyecto, actividad u obra y el responsable del mismo.
- b) Descripción del proyecto, actividad u obra en todas sus etapas, desde la etapa de selección del sitio hasta la de finalización de la obra o el cese de las actividades.
- c) Descripción de los aspectos generales del medio (rasgos físicos, biológicos, culturales, socioeconómicos y los que determine la reglamentación) para el estado previo a la iniciación del proyecto, actividad u obra (estado de referencia cero).
- d) Identificación de las acciones del proyecto potencialmente impactantes y de los factores ambientales potencialmente impactados. Estimación cualitativa y cuantitativa (cuando ésta sea posible) de los impactos del proyecto, actividad u obra sobre el medio físico, biológico, cultural y socioeconómico, en cada una de las etapas, de modo tal que puedan verificarse las relaciones causa-efecto entre las acciones del proyecto y los factores del medio impactados. Se deberán identificar tipos y cantidad de residuos y emisiones que serán generadas en cada una de las etapas del proyecto, actividad u obra, así como el manejo y destino final de los mismos.
- e) Descripción de las medidas de prevención y mitigación de los impactos durante la vida útil del proyecto, del plan de monitoreo ambiental, de contingencias y del plan de abandono o cierre (medidas de restauración, rehabilitación y/o compensatorias de los daños ocasionados ante un eventual abandono de la actividad). Presentación de un cronograma de actividades para cada etapa del proyecto, donde las fechas escogidas se encuentren adecuadas a las consideraciones ambientales que emanan de la evaluación de impacto.
- f) Resumen del estudio y conclusiones en términos fácilmente comprensibles, incorporando informe de las evaluaciones técnicas, cartográficas, planos y toda otra documentación que sustenten las evaluaciones de impacto realizadas.

La complejidad del estudio medioambiental que se vaya a realizar, da lugar a distintos tipos de evaluaciones en los que la pauta diferenciadora entre ellos es la profundidad con que se acometen dichos estudios:

- a) **Informe medioambiental:** generalmente se redacta como anexo de un proyecto, y comprende una serie de consideraciones ambientales y las correspondientes medidas correctoras adoptadas según los casos. Su finalidad es la de servir como indicador de la incidencia ambiental que la actuación ocasione, sin mayores pretensiones. No entra a formar parte de una EIA propiamente dicha, ya que se identifican sólo los impactos más importantes, con descripciones cualitativas.

- b) **Evaluación preliminar:** incorpora un pre-estudio en el que, además de identificar, se realiza una primera valoración de los impactos, a la que seguirá una valoración final más profunda, si se considera oportuno continuar la investigación. En caso de considerarse suficiente esta evaluación, se adjuntará una propuesta de medidas correctoras además de incluir al menos una matriz de identificación, sin tener que llegar necesariamente a una valoración global.
- c) **Evaluación simplificada:** no se exige aquí un nivel de profundización demasiado elevado, en la redacción del Estudio de Impacto Ambiental pasando por alto aspectos que carezcan de interés relevante. La valoración del impacto se hace en forma numérica sencilla, describiendo los criterios utilizados. No se exige ponderación de impactos ni una valoración global, excepto en los casos en que haya que decidir entre varias alternativas. En este tipo de evaluación se incluye un documento de síntesis que será expuesto públicamente, por cuya razón habrá que poner especial énfasis en la redacción de un documento escrito en un lenguaje comprensible para personas no técnicas o no iniciadas.
- d) **Evaluación detallada:** el estudio técnico de impacto ambiental que incorpora este tipo de evaluación se realiza cuando una actividad puede producir grandes impactos, en los que se exige un grado de profundización elevado. Se incluye aquí la ponderación y evaluación global, así como un Documento de Síntesis que se expondrá públicamente como resumen de los estudios efectuados, conclusiones, medidas correctoras, estudio de alternativas, etc., editándose en un volumen independiente.

De esta forma, la EIA es un instrumento preventivo de gestión ambiental cuyo propósito es asegurar que los recursos ambientales de importancia se reconozcan al principio del proceso de decisión y se protejan a través de planeamientos y decisiones pertinentes.

Cabe señalar que, el proceso de EIA no es en sí mismo un instrumento de decisión, sino que genera un conjunto ordenado, coherente y reproducible de antecedentes que permiten al promotor de un proyecto, a la autoridad competente y a la ciudadanía, en cada caso, tomar decisiones informadas y certeras.

3. Legislación de accidentes industriales en Argentina

3.1. Ley Nacional N° 13.660/49

Esta ley persigue la protección de las grandes instalaciones en beneficio de la salubridad y seguridad de las poblaciones y la conservación de combustibles de difícil reposición

para la defensa nacional. Incluye las instalaciones de elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles sólidos minerales, líquidos o gaseosos.

Además establece medidas tendientes a lograr la prevención del fuego y, en caso de que suceda, su inmediato bloqueo para evitar su propagación a otras instalaciones y asegurar su total extinción.

3.2. Decreto N° 10.877/60 –Reglamentación de la Ley N° 13.660

Este decreto presenta una nomenclatura donde se define entre otras cosas, destilería, zona de operación, zona de tanques, zona de instalaciones auxiliares, chimenea de emergencia, planta deshidratadora, boquilla para niebla, muro cortallamas y muro de contención.

Asimismo, a los efectos de una adecuada elección del sistema extintor distingue entre varios tipos de sustancias combustibles y especifica el mejor sistema. También indica que cada planta industrial deberá contar con un plan contra incendios denominado "Rol de Incendios" en el cual se incluirán todas las medidas y medios necesarios para que, en caso de incendio, el ataque al fuego se haga en forma segura, rápida y eficiente.

Además determina cuáles deben ser las defensas tanto activas como pasivas y sus características para destilerías, parques de tanques de almacenamiento, plantas deshidratadoras y desaladoras, planteles de gas manufacturado, instalaciones de almacenaje de gas, gasómetros, plantas compresoras, plantas de almacenaje y distribución de gas licuado, plantas generadoras de energía eléctrica, fábrica de alcohol etílico o combustibles similares, áreas de muelle y cargaderos de vagones y camiones tanques.

3.3. Resolución de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo N° 743/03 - Registro Nacional para la Prevención de Accidentes Industriales Mayores

Por medio de esta Resolución se crea el Registro Nacional para la Prevención de Accidentes Industriales Mayores, en el cual deberán inscribirse los empleadores que produzcan, importen, utilicen, obtengan en procesos intermedios, vendan y/o cedan a título gratuito las sustancias químicas en cantidad mayor o igual a los umbrales consignados en la misma.

3.4. Otras normas en Materia Ambiental y de Riesgo

Tabla 36: Legislación adicional en materia ambiental y de riesgo

Ley Nacional N° 19.587/72	Disposiciones de Seguridad e Higiene en el Trabajo en todos los establecimientos industriales.
Ley Nacional N° 24.577/96	Obliga la contratación de seguros para cada trabajador.
Ley Nacional N° 24.449/95	Regula el uso de la vía pública. Disposiciones para el transporte de mercancías peligrosas por carretera.
Ley Nacional N° 24.051/92	Regula la generación y manipulación de residuos industriales.
Ley Provincial N° 2.567/00	Ley de Residuos Peligrosos.
Ley Provincial N° 24.072/97	Ley de Protección del Patrimonio Cultural.
Ley Provincial N° 2.701/04	Modifica Artículo 6 de Ley 1.451- Prohibición de verter residuos en aguas públicas.
Resolución N° 998/02	Se designa a la Dirección Provincial de Recursos Hídricos como autoridad de aplicación.
Disposición N° 01/00	Tasa por inspección de obras hidráulicas.
Disposición N° 04/96	Límites de vertido.
Disposición N° 05/01	Reglamento para la ejecución de obras de cruce de cursos de agua, oleoductos, gasoductos y/o poliductos.
Ley Provincial N° 1.487/82	Adhiere al régimen de la Ley Nacional N° 22.428 de conservación de los suelos.
Ley Provincial N° 1.392/81	Ley de Tierras Fiscales.
Ley Provincial N° 1.824/72	Establece el régimen legal aplicable a tierras rurales fiscales y determina los requisitos para obtener su adjudicación.
Ley Provincial N° 949/74	Establece medidas de seguridad e higiene tendientes a la preservación de la salud de los trabajadores que realizan tareas en emprendimientos industriales.

Fuente: Elaboración propia

BIBLIOGRAFÍA

Alonso, A. (2007). Modelos financieros para la gestión empresarial. Apuntes Magíster en Administración Universidad Nacional del Sur Coherte 2006.

AACE International (The Association for de Advancement of Cost Engineering). (2005). AACE International Recommended Practice No. 18R-97 [En línea]. Disponible: http://www.costengineering.eu/Downloads/articles/AACE_CLASSIFICATION_SYSTEM.pdf

Anderton, P. (2008, mayo). Clusters kepp Europe competitive. *ICIS Chemical Business*, 20-21.

APLA (Asociación Petroquímica y Química Latinoamericana). (2008). Anuario Petroquímico Latinoamericano 2007/2008.

Baca Urbina, G. (2001). Evaluación de Proyectos (4ª. Ed.). México: Mc. Graw-Hill.

Behrens, W. y Hawranek, P. (1994). *Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial*. Viena: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI)

Borruso A. (2008). Polypropylene resins abstract [En línea]. Disponible: <http://www.sriconsulting.com/CEH/Public/Reports/580.1430/>

Braskem. <http://www.braskem.com.br>

Bridgwater, A. (1979, noviembre). Internacional construction cost location factors. *Chemical Engineering*.

Bueno Campos, E. y Morcillo Ortega, P. (1996). *Elementos de Economía y de Organización Industrial*. Madrid: McGraw-Hill.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2005). *Aglomeraciones en torno a los recursos naturales en América Latina y el Caribe: políticas de articulación y articulación de políticas*. Santiago de Chile: CEPAL.

Chauvel, A. y Lefebvre, G. (1989). Petrochemicals Processes. Institut français du pétrole publications. Vol II. Cap. 9 pág. 11.

Chemsystems. (2007). New industry outlooks for polyethylene and polypropylene summary [en línea]. Disponible: <http://www.chemsystems.com/about/cs/news/items/New%20Industry%20Outlooks%20for%20Polyethylene%20and%20Polypropylene.cfm>.

Chuck, C. (2008, junio). Cmai light olefins market Outlook. PEMEX petroquímica.

Chemical Market Associates, Inc. (CMAI). (2007, 15 de noviembre) News.

Chemical Market Associates, Inc. (CMAI). (2008, 25 de agosto). Special Report, *CMAI: Wave of new Mideast olefins capacity coming on line*. Oil & Gas Journal.

Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro. <http://www.comperj.com.br>

Consejo Federal de la Energía Eléctrica (CFEE). Plan Federal I de Transporte de Energía Eléctrica en 500 Kv [en línea]. Disponible: <http://www.cfee.gov.ar/plan-federal.php>

Consejo Portuario Argentino. <http://www.consejoportuario.com.ar/>

Diario El Cronista Comercial. <http://www.cronista.com/>

Diario La Opinión Austral. <http://www.laopinionaustral.com.ar/>

Diario Tiempo Sur. <http://www.tiemposur.com.ar/>

Dichiara, R. (1988). Análisis costo-beneficio en la industria petroquímica: Estudio de un caso. Tesis presentada para obtener el grado de Magíster en Economía. Bahía Blanca: UNS.

Dichiara, R. y Sánchez, O. (2008). Organización de sistemas productivos y cadenas de valor: aplicación a la industria petroquímica. *Anuario Docente 2006*. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Trelew 2008, pp.213-230.

Estancias de Patagonia S.A. <http://www.estanciasdepatagonia.com/espanol.html>

Faisal H. Syed (2002). Chemical Inc. Market Resources

Fornero, R. (2008). Análisis financiero con información contable. Manual de estudio programado. Capítulo 8.

Friedlander, A. (2007). Petroquímica: Insumos para otras industrias. IPA.

FUNDELEC (2007). El crecimiento del transporte eléctrico argentino [en línea]. Disponible: <http://www.fundelec.org.ar/informes/info0016.pdf>

Glauser, J., Blagoev M. y Fujita, K. (2007). Acrylic acid and esters abstract [en línea]. Disponible: <http://www.sriconsulting.com/CEH/Public/Reports/606.4000/>

Gobierno de la Provincia de Santa Cruz. <http://www.santacruz.gov.ar>

Gobierno de Santa Cruz (2008, septiembre). Peralta: Punta Loyola será una zona Industrial [en línea]. Disponible: <http://www.santacruz.gov.ar/prensa/ampliar.php?id=2479>

Gorenstein, S. Viego, V y Burachik, G. (2006). Complejos industriales y desarrollo localizado: temas seleccionados del debate teórico. *En complejos productivos basados en recursos naturales y desarrollo territorial. Estudios de caso en Argentina*. S. Gorenstein y V. Viego. (Comps.). Bahía Blanca: Editorial de la Universidad Nacional del Sur.

Grenier, E. (2008). Cumene report abstract [en línea]. Disponible: <http://www.sriconsulting.com/CEH/Public/Reports/638.5000/>

Hartveld, M. (2010). Petroquímica Brasileira: passado, presente e futuro. *5tas. Jornadas de Actualización Petroquímica. Perspectivas de la Industria Petroquímica Argentina para la próxima década*, IPA, 12 y 13 de mayo de 2010.

Hirschman, A. (1970). *La Estrategia del Desarrollo Económico*. México: Fondo de Cultura Económica.

Hirschman, A. (1988). Linkages. En *The New Palgrave. A Dictionary of Economics* (p.206-211). London: The Macmillan Press.

Hydrocarbon Processing. (2008). HPI Construction boxscore update. *Hydrocarbon Processing*, octubre 2008, B-3, B-52.

ICIS. (2006). Chemical profile N-butanol [en línea]. Disponible: <http://www.icis.com/Articles/2006/01/30/2012283/chemical-profile-n-butanol.html>

ICIS. (2007a). Propylene uses and market data.

ICIS. (2007b). Propylene oxide (PO) uses and market data [en línea]. Disponible: <http://www.icis.com/v2/chemicals/9076450/propylene-oxide/uses.html>

ICIS. (2007c). Isopropanol (IPA) uses and market data [en línea]. Disponible: <http://www.icis.com/v2/chemicals/9076020/isopropanol/uses.html>

ICIS. (2007d). Isopropanol (IPA) production and manufacturing process [en línea]. Disponible: <http://www.icis.com/V2/chemicals/9076021/isopropanol/process.html>

ICIS (2007e). Cost curve analysis critical in evaluating commodity chemicals [en línea]. Disponible: <http://www.icis.com/Articles/2007/12/03/9083246/cost-curve-analysis-critical-in-evaluating-commodity-chemicals.html>

ICIS (2008a). Polypropylene uses and market Data [en línea]. Disponible: <http://www.icis.com/V2/chemicals/9076430/polypropylene/uses.html>

ICIS. (2008b). Polypropylene (PP) production and manufacturing process [en línea]. Disponible: <http://www.icis.com/V2/chemicals/9076431/polypropylene/process.html>

ICIS. (2008c). Cumene uses and market data [en línea]. Disponible: <http://www.icis.com/v2/chemicals/9075199/cumene/uses.html>

ICIS. (2008d). Acrylic acid uses and market data [en línea]. Disponible: <http://www.icis.com/v2/chemicals/9074870/acrylic-acid/uses.html>

ICIS. (2009a). Propylene Oxide (PO) Production and manufacturing process [en línea]. Disponible: <http://www.icis.com/v2/chemicals/9076451/propylene-oxide/process.html>

ICIS. (2009b). Acrylonitrile (ACN) uses and market data [en línea]. Disponible: <http://www.icis.com/V2/Chemicals/9074882/acrylonitrile/uses.html>

ICIS (2009c). 2-Ethylhexanol (2-EH) Uses and Market Data [en línea]. Disponible: <http://www.icis.com/v2/chemicals/9075782/2-ethylhexanol/uses.htm>

Instituto Argentino de la Energía General Moscón (IAE) (2010, marzo). Comunicado: El Instituto de la Energía "General Mosconi" y la licitación de las centrales Cóndor-Cliff y La Barrancosa en el Río Santa Cruz [en línea]. Disponible: <http://www.iae.org.ar/ComunicadoIAECondorCliff-Barrancosa.pdf>

Instituto Argentino del petróleo y del Gas (IAPG). <http://www.iapg.org.ar/>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) <http://www.indec.mecon.ar/>

IPA. (2008a). Productos petroquímicos y materias primas. Petroquímica argentina en 2020. *4tas. Jornadas de Actualización Petroquímica. Materias Primas y Energía para la Petroquímica del futuro*, IPA, 21 y 22 de abril de 2008.

IPA. (2008b). Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina (28ª edición). Buenos Aires: IPA.

IPA (Instituto Petroquímico Argentino). (2009, marzo). Índice de costos de plantas petroquímicas IPA. *Boletín Informativo IPA*. Año 13 N° 53, 26 [en línea]. Disponible: <http://www.ipa.org.ar/images/media/pdf/publicaciones/Boletines/bol41a160/b53.pdf>

IPA (2010). Competitividad de la industria petroquímica argentina. El ejemplo de tres industrias claves. *5tas. Jornadas de Actualización Petroquímica. Perspectivas de la Industria Petroquímica Argentina para la próxima década*, IPA, 12 y 13 de mayo de 2010.

Jagger, A. (2007, Noviembre). Brazilian rising. *ICIS Chemical Business*, 24-25.

Ketels, C. (2007). The Role of Clusters in the Chemical Industry. 41st Annual Meeting of the European Petrochemical Association (EPCA) [en línea]. Disponible: www.epca.be/public/content/supplychain/.../Harvard_report_on_clusters.pdf

LyondellBasell (). Spheripol PP Process [en línea]. Disponible: <http://www.lyondellbasell.com/Technology/LicensedTechnologies/Spheripol/>

LyondellBasell. (). Sheripol process and services [en línea]. Disponible: <http://www.lyondellbasell.com/Technology/>

Meyers, R. (2005). *Handbook of petrochemicals production processes*. New York: Mc Graw-Hill.

Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios (2010, febrero). Tres oferentes para el complejo Cóndor Cliff-La Barrancosa [en línea]. Disponible: <http://www.minplan.gov.ar/html/prensa/novedades.php?novedad=61009>

Nexant's chemsystems. (2006). Process evaluation/research planning (PERP) program. Acrylonitrile new report alert abstracts [en línea]. Disponible: http://chemsystems.com/reports/search/docs/abstracts/0506_2_abs.pdf

Novelen Technology www.novolentechnology.com

Per Lind, (2005), Competitiveness through increased added value a challenge for developing countries. *Journal of Comparative International Management*, 2005, Vol. 8, Nº 1, 42-57.

Perroux, F. (1964). *La Economía del Siglo XX*. Barcelona: Ediciones Ariel.

Petroken. <http://www.petroken-pesa.com.ar/>

Petroquímica Cuyo. <http://www.cuyonet.com/>

Porter, M. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. New York: Free Press.

Porter, M. (1998). Clusters and The New Economics Competition. *Harvard Business Review*, Nov-Dic, 77-90.

Prefectura Naval Argentina <http://www.prefecturanaval.gov.ar/>

Ramal, M. (2003). Estudios Sectoriales. Componente: Industria de los derivados de la Petroquímica [en línea]. Disponible: www.eclac.org/argentina/noticias/paginas/8/.../Informe336Petroquimica.pdf

Ramos, J. (1999). Complejos productivos en torno a los recursos naturales: ¿una estrategia prometedora? [en línea]. Disponible: www.eclac.org/publicaciones/xml/3/13493/LCG2122P_I.pdf

Rappaport, H. y Quijada, R. (2008, junio). Strategic Outlook. PEMEX petroquímica. Revista Petroquímica, Petróleo, Gas & Química, "Condor Cliff – La Barrancosa. El regreso de la Argentina al mundo de las grandes obras hidroeléctricas". Año 28 N° 260, Octubre 2010.

Ruddell Reed, Jr. (1971). *Localización "Layout" y mantenimiento de planta*. Buenos Aires: El Ateneo.

Sapag Chain, N. (2007). *Proyectos de inversión: formulación y Evaluación*. México: Pearson Educación.

Sapag Chain, N. y Sapag Chain, R. (2008). *Preparación y evaluación de proyectos* (5ª. Ed.). Bogotá: McGraw-Hill Interamericana.

Secretaría de Energía de la Nación. <http://www.energia3.mecon.gov.ar>

Secretaría de Energía de la Provincia de Santa Cruz

Semyraz, D. (2006). *Preparación y evaluación de proyectos de inversión*. Buenos Aires: Osmar D. Buyatti.

SENER. (2007). *Anuario Estadístico de la Industria Petroquímica 2007*. Secretaría de Energía de México [en línea]. Disponible: http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/Anuario%20Estadistico%202007.pdf

Servicios Públicos S.E. <http://www.spse.com.ar>

Sesto, B., Mori, H. y Zhang Yi. (2008). Acrylonitrile abstract [en línea]. Disponible: <http://www.sric.ch/CEH/Public/Reports/607.5000/>

SRI (1986). Process Economic Program (PEP) yearbook.

SRI (1998). Process Economic Program (PEP) yearbook.

SRI. (2009). World Petrochemical -WP- Report on Propylene Oxide Abstract [en línea]. Disponible: <http://www.sriconsulting.com/WP/Public/Reports/po/>

SRI. (2009). World petrochemicals (WP) report on (C3) oxo alcohols abstract [en línea]. Disponible: <http://www.sriconsulting.com/WP/Public/Reports/oxo/>

Swanson, A. (2008). Latin American Opportunities, capitalizing on feedstocks and markets. *4tas. Jornadas de Actualización Petroquímica. Materias Primas y Energía para la Petroquímica del futuro*, IPA, 21 y 22 de abril de 2008.

T.J. Mccann and Associates LTD. y Sigurdson & Associates. (2000). Alberta propylene upgrading prospects [en línea]. Disponible: http://www.energy.alberta.ca/Petrochemical/pdfs/Alberta_Propylene_Upgrade_Prospects.pdf.

Tallman, M y ENG, G. (2008, abril). Consider new catalytic routes for olefins production. *Hydrocarbon Processing* [en línea]. Disponible: <http://www.hydrocarbonprocessing.com/Article/2597157/Search/Consider-new-catalytic-routes-for-olefins-production.html>

Tedesco, L. (2006). Contribución de la agroindustria a la estrategia de desarrollo económico: un análisis de sus eslabonamientos y multiplicadores. Tesis presentada para obtener el grado de Magíster en Economía. Bahía Blanca: UNS.

Timmerhaus, P., (2003), *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, McGraw Hill.

Uctas, R. (2007, 10-16 septiembre). Pulling Together. *ICIS Chemical Business*, 16-17.

Uctas, R. (2007, 20 agosto- 2 septiembre). Survival of the fittest. *ICIS Chemical Business*, 32-33.

Ulrich, G. y Vasudevan, P., (2004), *Process Design and Economics, A Practical Guide*, Process Publishing, Durham, New Hampshire.

Unidad Ejecutora Portuaria Santa Cruz. <http://www.santacruz.gov.ar/puertos/>

Zinger, S. (2008, Mayo). World Olefins Market: Anticipating Massive Middle East Capacity and Satisfying Asian Demand. APIC Marketing Seminar by CMAI APIC Marketing Seminar by CMAI [en línea]. Disponible: <http://www.cmaiglobal.com/presentations/SteveZingerAPIC2008.pdf>