

# **PRODUCCIÓN DE POLIACIDOLACTICO POR ROP.**



**Autores: Giaroli, Gisela Natalí**

**Maggioni, Alfredo Abraham**

**Carrera: Ingeniería Química con orientación en  
Petroquímica**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO  
FACULTAD DE CIENCIAS APLICADAS A LA INDUSTRIA  
San Rafael, Mendoza  
2015**

# **PRODUCCIÓN DE POLIACIDOLACTICO POR ROP.**

**Autores: Giaroli, Gisela Natalí**

**Maggioni, Alfredo Abraham**

**Carrera: Ingeniería Química con orientación en  
Petroquímica**

\_\_\_\_\_  
Director: Nombre y firma.

\_\_\_\_\_  
Fecha.

\_\_\_\_\_  
Miembros del jurado: Nombre y firma.

\_\_\_\_\_  
Fecha.

\_\_\_\_\_  
Miembros del jurado: Nombre y firma.

\_\_\_\_\_  
Fecha.

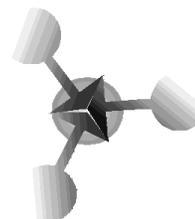
---

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO  
FACULTAD DE CIENCIAS APLICADAS A LA INDUSTRIA  
San Rafael, Mendoza  
2015**



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por  
ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



## **PRODUCCIÓN DE POLIACIDOLÁCTICO POR ROP EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD.**

Maggioni, Alfredo Abraham

Giaroli, Gisela Natalí

Ingeniero Químico orientación Petroquímica

**FACULTAD DE CIENCIAS APLICADAS A LA INDUSTRIA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO**

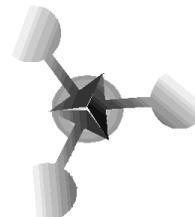
**SAN FAFAEL, MENDOZA**

**2015**



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por  
ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



## **PRODUCCIÓN DE POLIACIDOLÁCTICO POR ROP EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD.**

Maggioni, Alfredo Abraham

Giaroli, Gisela Natalí

Ingeniero Químico orientación Petroquímica

Ing. Llorente, Carlos Ing. Najar, Laura Ing. Gentile, Alejandro

**FACULTAD DE CIENCIAS APLICADAS A LA INDUSTRIA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO**

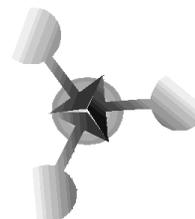
**SAN FAFAEL, MENDOZA**

**2015**



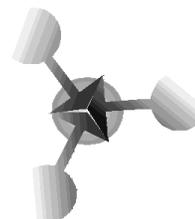
Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por  
ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



## ÍNDICE

| <b>Título</b>                                  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| Lista de tablas                                | IX            |
| Lista de figuras                               | XII           |
| Lista de símbolos                              | XXIV          |
| Agradecimientos                                | XVIII         |
| Resumen Ejecutivo                              | IXX           |
| Abstract                                       | XXI           |
| <b>CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN</b>                |               |
| 1.1 GENERALIDADES                              | 1             |
| 1.2 EL PRODUCTO                                | 3             |
| 1.2.1 Nombre                                   | 3             |
| 1.2.2 Antecedentes históricos                  | 3             |
| 1.2.3 Descripción del producto                 | 3             |
| 1.2.4 Propiedades físicas y químicas del PLA   | 4             |
| 1.2.5 Biodegradación                           | 5             |
| 1.2.6 Materia prima: ácido láctico             | 6             |
| 1.2.7 Producto intermedio: Lacturo             | 10            |
| <b>CAPÍTULO 2: ESTUDIO DE MERCADO</b>          |               |
| 2.1 ANÁLISIS DE LA DEMANDA                     | 12            |
| 2.1.1 Caracterización de la demanda            | 12            |
| 2.1.2 Demanda: mercado consumidor              | 12            |
| 2.1.3 Ubicación geográfica de los consumidores | 13            |
| 2.2 PRECIO                                     | 14            |
| 2.2.1 Oferta: mercado competidor               | 14            |
| 2.2.1.1 Descripción principales competidores   | 15            |
| 2.2.2 Productos sustitutos                     | 17            |
| 2.2.2.1 Polímeros de origen petroquímico       | 17            |
| 2.3 ANÁLISIS DEL MERCADO PROVEEDOR             | 20            |
| 2.3.1 Mercado del ácido láctico                | 20            |
| 2.3.2 Mercado del octoato de estaño            | 22            |
| 2.3.3 Mercado del metanol                      | 22            |
| 2.3.4 Red de proveedores                       | 25            |
| <b>CAPÍTULO 3: TECNOLOGÍA E INGENIERÍA</b>     |               |
| 3.1 LA TECNOLOGÍA                              | 29            |
| 3.1.1 Ubicación                                | 29            |

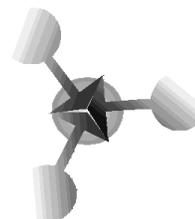


|  |    |
|--|----|
| 3.1.2 Criterios económicos de selección                      | 32 |
| 3.1.2.1 Disponibilidad de equipamiento en el País            | 32 |
| 3.1.2.2 Costos de inversión                                  | 32 |
| 3.1.2.3 Servicio postventa                                   | 32 |
| 3.1.2.4 Costos de operación                                  | 33 |
| 3.1.3 Criterios tecnológicos de selección                    | 33 |
| 3.1.3.1 Prestaciones de los equipos                          | 33 |
| 3.1.3.2 Complejidad del equipamiento                         | 33 |
| 3.2 INGENIERÍA DEL PROYECTO                                  | 34 |
| 3.2.1 Policondensación del ácido láctico                     | 34 |
| 3.2.2 polimerización por rompimiento de anillo               | 34 |
| 3.3 Descripción de las distintas etapas del proceso          | 36 |
| 3.3.1 Descripción del proceso etapa por etapa                | 36 |
| 3.4 Breve descripción de los equipos                         | 38 |
| 3.4.1 Equipos de proceso                                     | 38 |
| 3.4.2 Equipos de servicios                                   | 46 |
| 3.4.3 Almacenamiento de materia prima o subproductos         | 47 |
| 3.5 Memoria de cálculo                                       | 49 |
| 3.5.1 Diseño de equipos de proceso                           | 49 |
| 3.5.1.1 Diseño del reactor de policondensación               | 49 |
| 3.5.1.1.1 Balance de masa                                    | 52 |
| 3.5.1.1.2 Tiempos muertos - Tiempo total de producción       | 55 |
| 3.5.1.1.3 Material del reactor                               | 58 |
| 3.5.1.2 Diseño del sistema de agitación                      | 58 |
| 3.5.1.2.1 Tipo de agitador y velocidad de agitación          | 58 |
| 3.5.1.2.2 Potencia   | 60 |
| 3.5.1.2.3 Deflectores  | 61 |
| 3.5.1.3 Diseño del sistema de transferencia de calor         | 61 |
| 3.5.1.3.1 Q (Cantidad de calor a transferir)                 | 61 |
| 3.5.1.3.2 Coeficiente de diseño                              | 64 |
| 3.5.1.3.3 Diferencia media logarítmica de temperatura (DMLT) | 67 |
| 3.6 Hoja de especificaciones de equipos                      | 68 |
| 3.6.1 Reactor de policondensación                            | 68 |
| 3.6.2 Bombas de proceso                                      | 68 |
| 3.6.3 Intercambiadores de calor de casco y tubo              | 69 |
| 3.6.4 Tanques de almacenamiento                              | 69 |
| 3.6.5 Torre de vacío   | 70 |
| 3.6.6 Eyector  | 70 |



**Universidad Nacional de Cuyo**  
**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.**

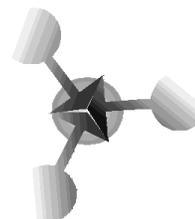


|  |     |
|--|-----|
| 3.6.7 Reactor de polimerización  | 70  |
| 3.6.8 Bomba de engranajes  | 71  |
| 3.7 Diseño y distribución de planta                                      | 72  |
| 3.7.1 Diagramas y representación gráfica                                 | 72  |
| 3.7.1.1 Diagrama de bloque del proceso                                   | 72  |
| 3.7.1.2 Flow sheet   | 73  |
| 3.8 Balance de masa global   | 80  |
| 3.9 Layout   | 83  |
| 3.10 Puesta en marcha  | 83  |
| <b>CAPÍTULO 4: TAMAÑO</b>  |     |
| 4.1 CANTIDAD A PRODUCIR  | 86  |
| 4.1.1 Demanda proyectada a futuro  | 86  |
| 4.1.2 Elasticidad de la demanda  | 87  |
| 4.1.3 Inversiones de tecnología  | 88  |
| 4.1.4 Rendimiento de materia prima                                       | 88  |
| 4.2 CAPACIDAD DE LA PLANTA   | 89  |
| <b>CAPÍTULO 5: LOCALIZACIÓN</b>  |     |
| 5.1 CRITERIOS DE MACROLOCALIZACIÓN                                       | 90  |
| 5.1.1 Ubicación de proveedores de materia prima e insumos                | 90  |
| 5.1.2 Infraestructura para transporte                                    | 91  |
| 5.1.3 Beneficios impositivos   | 91  |
| 5.1.4 Presencia de parques industriales                                  | 92  |
| 5.1.5 Análisis de las alternativas de macrolocalización                  | 92  |
| 5.2 CRITERIOS DE MICROLOCALIZACIÓN                                       | 93  |
| 5.2.1 Cercanía a proveedores   | 93  |
| 5.3 COMPARACIÓN DE PARQUES INDUSTRIALES                                  | 95  |
| 5.3.1 Infraestructura de transporte                                      | 95  |
| 5.3.2 Beneficios impositivos   | 96  |
| 5.3.3 Industrias similares   | 96  |
| 5.3.4 Infraestructura del parque industrial                              | 97  |
| 5.3.5 Disponibilidad de espacio  | 98  |
| 5.3.6 Disponibilidad de naves insdutrales para leasing                   | 99  |
| 5.3.7 Modalidad de adquisición   | 99  |
| 5.4 TOMA DE DECISIÓN   | 99  |
| 5.5 CONCLUSIÓN   | 100 |
| <b>CAPÍTULO 6: LOS ASPECTOS JURÍDICOS, NORMATIVOS Y ORGANIZACIONALES</b> |     |



**Universidad Nacional de Cuyo**  
**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.**

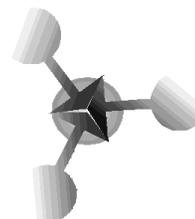


|   |     |
|---|-----|
| 6.1 MARCO LEGAL   | 101 |
| 6.1.1 Leyes nacionales  | 101 |
| 6.1.2 Leyes provinciales  | 105 |
| 6.1.3 Leyes y acuerdos internacionales                            | 105 |
| 6.2 LOS ASPECTOS ORGANIZACIONALES                                 | 106 |
| 6.2.1 Recursos Humanos (fichas de función)                        | 107 |
| 6.2.2 Remuneraciones  | 113 |
| <b>CAPÍTULO 7: ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL</b>                         |     |
| 7.1 INTRODUCCIÓN  | 114 |
| 7.2 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES                            | 115 |
| 7.2.1 Metodología para la identificación y valoración de impactos | 115 |
| 7.2.1.1 Matriz de impacto ambiental                               | 115 |
| 7.2.1.2 Matriz de importancia                                     | 117 |
| 7.2.2 Factores ambientales y ponderación                          | 122 |
| 7.2.3 Matriz de identificación de impactos                        | 125 |
| 7.2.3.1 Descripción de las acciones a realizar                    | 125 |
| 7.2.3.2 Matriz de identificación de impactos                      | 126 |
| 7.2.4 Matriz de importancia de impactos                           | 130 |
| 7.2.5 Metodología de depuración de una matriz                     | 130 |
| 7.2.6 Matriz de valoración de impactos coloreada y depurada       | 131 |
| 7.3 MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN                           | 135 |
| 7.3.1 Introducción  | 135 |
| 7.3.2 Ácido láctico   | 135 |
| 7.3.2.1 Controles de exposición/protección personal               | 135 |
| 7.3.2.2 Almacenamiento  | 136 |
| 7.3.2.3 Medida a tomar en caso de vertido accidental              | 137 |
| 7.3.3 Octoato de Estaño   | 137 |
| 7.3.3.1 Controles de exposición/protección personal               | 137 |
| 7.3.3.2 Almacenamiento  | 138 |
| 7.3.3.3 Medidas a tomar en caso de vertido accidental             | 138 |
| 7.3.4 Metanol   | 138 |
| 7.3.4.1 Controles de exposición/protección personal               | 138 |
| 7.3.4.2 Almacenamiento  | 139 |
| 7.3.4.3 Medida a tomar en caso de vertido accidental              | 140 |
| 7.3.5 Medida correctoras  | 141 |
| 7.3.5.1 Medio físico - Atmósfera                                  | 141 |
| 7.3.5.2 Medio físico - Suelo y agua                               | 141 |



**Universidad Nacional de Cuyo**  
**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.**

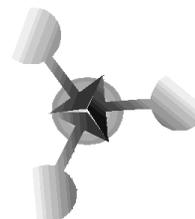


|   |     |
|---|-----|
| 7.3.5.3 Medio biótico                                 | 141 |
| 7.3.5.4 Medio perceptual                              | 142 |
| 7.3.5.5 Medio socioeconómico                          | 142 |
| 7.4 CONCLUSIONES                                      | 142 |
| <b>CAPÍTULO 8: EVALUACIÓN ECONÓMICA</b>               |     |
| 8.1 LOS COSTOS DEL PROYECTO                           | 144 |
| 8.1.1 Inversión inicial                               | 144 |
| 8.1.1.1 Activos fijos                                 | 144 |
| 8.1.1.1.1 Determinación del costo de capital          | 144 |
| 8.1.1.1.2 Capital de trabajo                          | 148 |
| 8.1.2 Costos de producción                            | 153 |
| 8.1.2.1 Costos fijos                                  | 153 |
| 8.1.2.1.1 Costos administrativos                      | 153 |
| 8.1.2.1.2 Costos en RRHH                              | 153 |
| 8.1.2.2 Costos variables                              | 156 |
| 8.1.2.2.1 Costos unitarios de servicios               | 158 |
| 8.1.3 Amortizaciones y depreciaciones                 | 159 |
| 8.2 LA CONSTRUCCIÓN DEL FLUJO DE CAJA                 | 159 |
| 8.2.1 El flujo de ingresos                            | 159 |
| 8.2.2 Costos operativos                               | 162 |
| 8.2.3 Depreciaciones                                  | 163 |
| 8.2.4 Flujo neto                                      | 164 |
| 8.2.5 Impuesto a los ingresos brutos                  | 164 |
| 8.2.6 Impuesto a las ganancias                        | 164 |
| 8.2.7 Flujo neto después de impuesto                  | 165 |
| 8.2.8 Valor residual del equipamiento                 | 166 |
| 8.2.9 Valor residual de la empresa                    | 167 |
| 8.2.10 Flujo de caja/ Flujo neto acumulado/ VAN / TIR | 168 |
| <b>CAPÍTULO 9: ANÁLISIS DE RIESGO</b>                 |     |
| 9.1 Análisis de riesgo                                | 171 |
| <b>CAPÍTULO 10: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD</b>          |     |
| 10.1 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN                         | 176 |
| 10.1.1 El VAN   | 176 |
| 10.1.2 La TIR   | 177 |
| 10.1.3 Tiempo de recupero                             | 177 |
| 10.2 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD                         | 177 |
| 10.2.1 Aumento en el valor de la materia prima        | 177 |

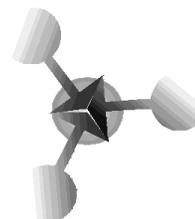


**Universidad Nacional de Cuyo**  
**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.**



|   |            |
|---|------------|
| 10.2.2 Disminución de las ventas        | 178        |
| 10.2.3 Aumento de los costos operativos | 178        |
| 10.2.4 Precio mínimo de venta           | 179        |
| 10.3 CONCLUSIÓN                         | 179        |
| <b>APÉNDICES Y ANEXOS</b>               | <b>181</b> |
| ANEXO I                                 | 181        |
| ANEXO II                                | 189        |
| ANEXO III                               | 190        |
| ANEXO IV                                | 196        |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>                     | <b>200</b> |



## **LISTA DE TABLAS**

- Tabla 2.1 Empresas productoras a nivel mundial  
Tabla 2.2 Precios de los polímeros petroquímicos  
Tabla 2.3 Empresas productoras de polímeros convencionales – Ventas.  
Tabla 2.4 Importaciones del ácido láctico en el año 2013  
Tabla 2.5 Precio de las importaciones del ácido láctico en el año 2013.  
Tabla 2.6 Producción y precio del metanol en Argentina.  
Tabla 2.7 Empresas proveedoras de insumos, materia prima y servicios necesarios para la producción del PLA.  
Tabla 3.1 Listado de empresas con el equipamiento necesario en la producción del PLA.  
Tabla 3.2 Datos iniciales para el Diseño.  
Tabla 3.3 Datos de reacción.  
Tabla 3.4 Datos operativos.  
Tabla 3.5 Tabla de incremento finito.  
Tabla 3.6 Datos internos del reactor de prepolimerización.  
Tabla 3.7 Calor sensible para concentración  
Tabla 3.8 Calor de concentración  
Tabla 3.9 Dimensiones del agitador  
Tabla 3.10 Datos para el cálculo del Re y el Pr  
Tabla 3.11 Datos para el cálculo del hj  
Tabla 3.12 Especificaciones del reactor de policondensación.  
Tabla 3.13 Especificaciones de las bombas de proceso.  
Tabla 3.14 Especificaciones del intercambiador de calor  
Tabla 3.15 Especificaciones de los tanques de almacenamiento.  
Tabla 3.16 Especificaciones de la torre de vacío.  
Tabla 3.17 Especificaciones del eyector.  
Tabla 3.18 Especificaciones del reactor de polimerización.  
Tabla 3.19 Especificaciones de la bomba de engranajes.  
Tabla 3.20 Balance de masa global  
Tabla 3.21 Balance de masa de la solución de catalizador  
Tabla 3.22 Consumo de vapor por equipos  
Tabla 3.23 Consumos eléctricos por equipo  
Tabla 3.5 Demanda anual proyectada.  
Tabla 5.1 Método de Factores Ponderados para la selección de la localización.  
Tabla 5.2 Distancias entre los parques industriales y los proveedores tanto de materia prima como de insumos.  
Tabla 5.3 Método de Factores Ponderados para la selección de la localización.  
Tabla 6.1 Ficha de puesto de trabajo para director de proyecto  
Tabla 6.2 Ficha de puesto de trabajo para responsable de producción  
Tabla 6.3 Ficha de puesto de trabajo para operario de producción  
Tabla 6.4 Ficha de puesto de trabajo para responsable de mantenimiento  
Tabla 6.5 Ficha de puesto de trabajo para responsable del área de SSMA



**Universidad Nacional de Cuyo**  
**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.**

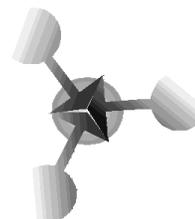


Tabla 6.6 Ficha de puesto de trabajo para gerente de finanzas  
Tabla 6.7 Remuneración para cada cargo  
Tabla 7.1 Distribución general de las unidades de importancia  
Tabla 7.2 Distribución específica de las unidades de importancia  
Tabla 7.3 Matriz en la Fase de Construcción  
Tabla 7.4 Matriz en la Fase de Producción  
Tabla 7.5 Matriz en la Fase de Abandono  
Tabla 7.6 Matriz en la Fase de Construcción  
Tabla 7.7 Matriz en la Fase de Producción  
Tabla 7.8 Matriz en la Fase de Abandono  
Tabla 8.1 Factores de estimación de Lang para estimar el capital de inversión en función de costo del equipamiento.  
Tabla 8.2 Inversión en equipamientos de la batería de proceso.  
Tabla 8.3 Items evaluados por el método de Lang con la inversión necesaria para cada uno de éstos.  
Tabla 8.4 Inversión necesaria para el terreno industrial.  
Tabla 8.5 Inversión en la edificación.  
Tabla 8.6 Inversión en servicios auxiliares.  
Tabla 8.7 Inversión en otros ítems.  
Tabla 8.8 Inversión global.  
Tabla 8.9 Capital de trabajo para cada año de ejercicio de la empresa.  
Tabla 8.10 Plan de inversiones un año antes del comienzo del funcionamiento de la planta productiva.  
Tabla 8.11 Valores de inversión y su costo total en el momento cero de la inversión.  
Tabla 8.12 Costos administrativos  
Tabla 8.13 Personal requerido en la empresa.  
Tabla 8.14 Proyección de los costos en RRHH.  
Tabla 8.15 Demanda.  
Tabla 8.16 Costos en materia prima e insumos.  
Tabla 8.17 Costos totales de producción anual.  
Tabla 8.18 Costos administrativos.  
Tabla 8.19 Costos de mano de obra.  
Tabla 8.20 Costos de energía.  
Tabla 8.21 Costos de agua.  
Tabla 8.22 Supuestos iniciales  
Tabla 8.23 Subproducto generado en el proceso.  
Tabla 8.24 Total de los ingresos por ventas del producto y el subproducto.  
Tabla 8.25 Costos operativos y costos de capital de trabajo.  
Tabla 8.26 Flujo neto.  
Tabla 8.27 Impuesto a los IIBB



**Universidad Nacional de Cuyo**  
**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.**

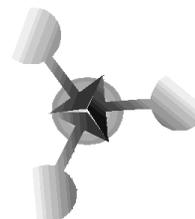


Tabla 8.28 Impuesto a las ganancias.

Tabla 8.29 Flujo neto después de impuestos.

Tabla 8.30 Flujo neto acumulado

Tabla 8.31 Flujo de caja.

Tabla 9.1 Impacto establecido por la Probabilidad de ocurrencia de un riesgo y la exposición al mismo.

Tabla 9.2 Resultados del impacto establecido por los diferentes riesgos y su plan de contingencia.

Tabla 10.1 El VAN del proyecto.

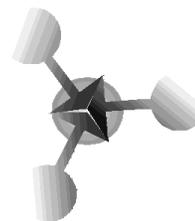
Tabla 10.2 La TIR del proyecto.

Tabla 10.3 Valores del VAN y la TIR del proyecto, frente a un aumento de la materia prima en el mercado.

Tabla 10.4 Valores del VAN y la TIR del proyecto, frente a una disminución de las ventas.

Tabla 10.5 Valores del VAN y la TIR del proyecto, frente a una aumento de los costos operativos totales.

Tabla 10.6 Precio para el cual el proyecto es viable.



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1. Estructura química del poli (ácido láctico)  
Figura 1.2. Proceso de degradación del PLA  
Figura 1.3. Ácido láctico.  
Figura 1.4. Estructura química del ácido láctico D (-) y ácido láctico L (+)  
Figura 1.5. Polimerización del ácido láctico  
Figura 1.6. Estructura del PLA basa en su quiralidad.  
Figura 1.7. Diferentes isómeros ópticos del Lacturo.  
Figura 2.1 Ventas de las empresas competidoras en porcentajes  
Figura 2.2 Importaciones del ácido láctico en el año 2013.  
Figura 2.3 Producción de Metanol (kg/año)  
Figura 2.4 Precio del metanol (U\$S/TN)  
Figura 3.1 Mecanismo de polimerización del PLA  
Figura 3.2 mecanismo de coordinación - inserción  
Figura 3.3 Bomba centrífuga  
Figura 3.4 Intercambiador de casco y tubo  
Figura 3.5 Agitador de tipo axial de aspas inclinadas  
Figura 3.6 Agitador helicoidal de doble hélice  
Figura 3.7 Reactor de prepolimerización (policondensador)  
Figura 3.8 Torre de destilación.  
Figura 3.9 Reactor de estaño (polimerización ROP).  
Figura 3.10 Agitador de doble cinta helicoidal.  
Figura 3.11 Campo principal de flujo debido a un agitador helicoidal.  
Figura 3.12 Bomba de engranajes (de tipo gusano)  
Figura 3.13 Extrusora/ Pelletizadora  
Figura 3.14 Eyector  
Figura 3.15 Tanque de almacenamiento  
Figura 3.16 Agitador de tipo axial de aspas inclinadas a 45°  
Figura 3.17 Diagrama de bloque del proceso  
Figura 3.18 Diagrama de flujo del proceso productivo.  
Figura 3.19 Diagrama de flujo de los tanques de alimentación de la planta de del tanque de almacenamiento y subproducto.  
Figura 3.20 Diagrama de flujo del reactor de policondensación.  
Figura 3.21 Diagrama de flujo de la columna de destilación.  
Figura 3.22 Diagrama de flujo del reactor de polimerización.  
Figura 3.23 Diagrama de flujo del sistema de eyectores  
Figura 4.1 Curva de demanda proyectada  
Figura 5.1 Distribución de los mayores proveedores de materia prima e insumos en Buenos Aires.



**Universidad Nacional de Cuyo**  
**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.**

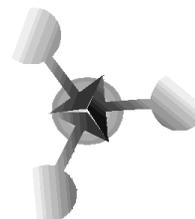
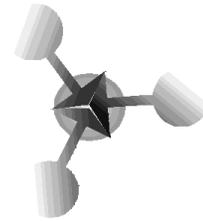


Figura 5.2 Ubicación geográfica de los proveedores tanto de materia prima como de insumos.

Figura 5.3 Ubicación geográfica de los proveedores tanto de materia prima como de insumos.

Figura 6.1 Organigrama de la empresa

Figura 9.1 Relación Costo – Riesgo



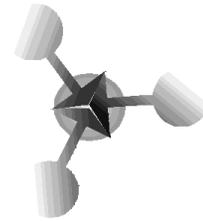
## LISTA DE SÍMBOLOS

| Simbolos | Significado   |
|----------|---|
| T        | Temperatura   |
| Ts       | Temperatura de saturación de vapor                  |
| Tr       | Temperatura de reacción                             |
| t        | Temperatura del fluido frío                         |
| t1       | Temperatura del fluido frío a la entrada            |
| t2       | Temperatura del fluido frío a la salida             |
| DMLT     | Diferencia media logarítmica de temperatura         |
| °C       | Grados centígrados                                  |
| °F       | Grados Farenheit                                    |
| K        | Grados Kelvin                                       |
| Q        | Calor intercambiado                                 |
| J        | Joule   |
| Kcal     | Kilocalorías  |
| U        | Coficiente global de intercambio de calor           |
| Ud       | Coficiente global de intercambio de calor de diseño |
| hj       | Coficiente de intercambio por convencion            |
| k        | Conductividad térmica                               |
| Rj       | Resistencia de ensuciamiento externo                |
| Ro       | Resistencia de ensuciamiento interno                |
| p        | Presión   |
| atm      | Atmósferas  |
| kg/cm2   | Kilogramos por centímetro cuadrado                  |
| mmHg     | Milímetros de mercurio                              |
| Mpa      | Megapascuales                                       |
| lbf/in2  | Libras por pulgada cuadrada                         |
| V        | Volumen   |
| Vr       | Volumen de reacción                                 |
| l        | Litros  |
| ml       | Mililitros  |
| m3       | Metros cúbicos                                      |
| cm3      | Centímetros cúbicos                                 |
| e        | Espesor   |
| h        | Altura  |
| D        | Diámetro  |



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por  
ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.

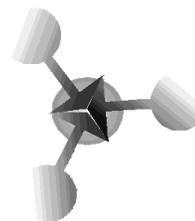


|       |                                 |
|-------|---------------------------------|
| Da    | Diámetro de agitador            |
| DT    | Diámetro del tanque             |
| Aas   | Ancho de las aspas              |
| Lf    | Distancia al fondo del agitador |
| Km    | Kilómetros                      |
| m     | Metros                          |
| cm    | Centímetros                     |
| mm    | Milímetros                      |
| %     | Porcentaje                      |
| g/l/h | Gramos por litro por hora       |
| mv    | Masa de vapor                   |
| Kg    | Kilogramos                      |
| Tn    | Toneladas                       |
| - ri  | Velocidad de reacción de i      |
| - Rp  | Velocidad de polimerización     |
| k     | Constante cinética              |
| k´    | Constante cinética aparente     |
| Xa    | Conversión de A                 |
| p     | Avance de reacción              |
| % p/p | Porcentaje peso en peso         |
| ppm   | Partes por millón               |
| Ca    | Concentración de A              |
| Cao   | Concentración inicial de A      |
| θ     | Tiempo de reacción              |
| s     | Segundos                        |
| min   | Minutos                         |
| hr    | Horas                           |
| Fv    | Flujo volumétrico               |
| Fm    | Flujo másico                    |
| P     | Potencia                        |
| HP    | Horse Power (potencia)          |
| W     | Watts                           |
| KW    | Kilowatts                       |
| N     | Velocidad de agitación          |
| rpm   | Revoluciones por minuto         |
| A     | Área                            |
| m2    | Metros cuadrados                |
| \$    | Pesos argentinos                |



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por  
ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.

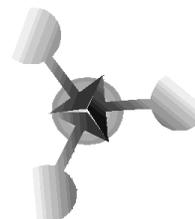


|              |  |
|--------------|--|
| U\$\$        | Dólares                                  |
| FOB          | Free On Board                            |
| IVA          | Impuesto al valor agregado               |
| VAN          | Valor Actual Neto                        |
| TIR          | Tasa Interna de Retorno                  |
| ip           | Tasa anual del proyecto                  |
| if           | Tasa libre de riesgo                     |
| iM           | Tasa media del mercado                   |
| TEM          | Tasa Equivalente Mensual                 |
| $\beta$      | Beta del mercado                         |
| R.P.         | Riesgo País                              |
| IIBB         | Impuesto a los Ingresos Brutos           |
| V.R.         | Valor Residual                           |
| C.F.         | Flujo de efectivo en el año terminal     |
| A.L.         | Ácido láctico                            |
| ROP          | Polimerización por rompimiento de anillo |
| PLA          | Poliacidolactico                         |
| PLA HW       | Poliacidolactico de alto peso molecular  |
| PDLA         | Poliacidolactico D                       |
| PLLA         | Poliacidolactico L                       |
| PDLLA        | Poliacidolactico LD                      |
| PHA          | Polihidroxialcanoatos                    |
| PET          | Polietilentereftalato                    |
| PE           | Polietileno                              |
| PEHD         | Polietileno de alta densidad             |
| PP           | Polipropileno                            |
| PVC          | Policloruro de vinilo                    |
| Pm           | Peso molecular del polímero              |
| R            | Constante de los gases ideales           |
| Cp           | Calor específico                         |
| Cpm          | Calor específico medio                   |
| $\lambda$    | Calor latente de vaporización            |
| °            | Grados                                   |
| Ha           | Entalpía molar                           |
| $\Delta H$   | Entalpia de formación                    |
| $\Delta C_p$ | Cambio global en la capacidad calorífica |
| Np           | Número de potencia                       |
| Re           | Número de Reynolds                       |



**Universidad Nacional de Cuyo**  
**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.**

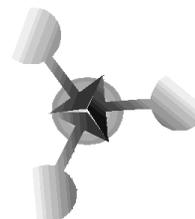


|         |   |
|---------|---|
| Pr      | Número de Prandtl                             |
| $\rho$  | Densidad                                      |
| $\mu$   | Viscosidad absoluta                           |
| $\mu_w$ | Viscosidad absoluta (a T de pared)            |
| cp      | Centipoise                                    |
| Pa*s    | Pascales por segundo                          |
| $\eta$  | Rendimiento (eficiencia)                      |
| EN      | Norma Europea                                 |
| ISO     | Organización Internacional de Estandarización |
| ASTM    | Organización norteamericana de normalización  |
| RRHH    | Recursos Humanos                              |



**Universidad Nacional de Cuyo**  
**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.**



## **AGRADECIMIENTOS**

Damos gracias a todas aquellas personas que nos brindaron su apoyo y colaboración durante estos años de formación humana y profesional.

Nuestros agradecimientos también a todos aquellos que nos apoyaron durante el desarrollo de esta memoria.

En particular agradecemos a Alejandro Gentile por su apoyo y por brindarnos su colaboración para desarrollar este proyecto y su disposición. También a Laura Najjar por su importante contribución para el desarrollo del proyecto.

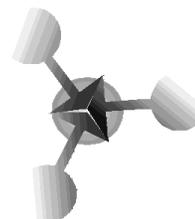
Al ingeniero Carlos Llorente y Rogelio Di Santo por brindarnos sus comentarios y críticas las cuales siempre fueron fundamentales durante el desarrollo de esta memoria.

A nuestras familias y amigos por ser un pilar fundamental en todo este período, por su apoyo incondicional, por su preocupación, comprensión y paciencia durante todos estos años.



**Universidad Nacional de Cuyo**  
**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.**



## **RESUMEN**

En el siguiente trabajo se exponen las características técnicas y económico-financieras de la instalación de una planta productiva de PLA (Poliácido láctico) por medio del método de Rompimiento de Anillo del monómero (lacturo).

Entre las aplicaciones más importantes del petróleo encontramos la producción de los polímeros, pero dichos polímeros no son biodegradables y se producen a partir de un recurso no renovable. Como solución a estas problemáticas surgen los biopolímeros, los cuales se obtiene a partir de recursos renovables y son biodegradables. El ácido poliláctico (PLA) es uno de estos.

La materia principal para la producción del PLA es el ácido láctico de elevada concentración, que puede ser producido a partir de la fermentación de la caña de azúcar o el almidón de maíz. Luego por medio de los procesos unitarios correspondientes se obtiene el PLA, el cual es un biopolímero compostable. Este material es comparable, en propiedades, a los polímeros commodities aunque los supera debido a su elevada degradación en poco tiempo, dejando residuos inocuos como dióxido de carbono, agua, y humus.

La tecnología usada ha sido descubierta hace pocas décadas en EEUU, pero su uso se ha ido extendiendo a otros países, si bien no se encuentra patente registrada en la Nación Argentina. El proceso de obtención planeado para la producción del PLA de alto peso molecular, es por apertura del anillo de L-lactida mediante el método ROP (ring opening polymerization), en presencia de un catalizador de estaño. La L-lactida es un producto intermedio que se obtiene en el proceso antes mencionado, a partir de ácido láctico.

La materia prima e insumos atraviesan una serie de etapas que se pueden resumir en: recepción y almacenamiento de materiales, prepolimerización, destilación al vacío, polimerización, extrusión, embolsado, control de calidad, almacenaje y posterior despacho a cada empresa demandante.

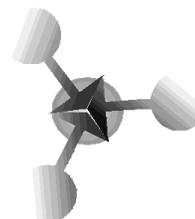
Lo que se busca en este proyecto es satisfacer la necesidad de las empresas productoras de manufacturas plásticas, que desean generar productos a base de materias primas de alta biodegradabilidad. El segmento al que se apunta es el que se dedica a la producción de bolsas para negocios, botellas y material descartable de uso a bajas temperaturas porque son los productos que mayor consumo registran.

La cantidad mensual a producir se calcula en base a necesidades de las empresas, que se determinan por el porcentaje de reemplazo de material petroquímico por material biodegradable, siendo esta alrededor del 10 %. El valor que representa este 10% corresponde a una demanda potencial de 278.400 kg/año.



**Universidad Nacional de Cuyo**  
**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.**



La planta se localiza en la provincia de Buenos Aires en el Parque Industrial La Cantábrica II, los factores a tener en cuenta para dicha localización fueron la cercanía de los proveedores, los beneficios impositivos, infraestructura de transporte, costo de insumo, etc.

La Capacidad instalada de la planta es diseñada para un 25 % mayor a la demanda esperada para el año 10 (diez) por motivos de ampliación del mercado si existiera. Este valor es de unos 1.344 kg/día o lo que es equivalente a 490.560 kg anuales.

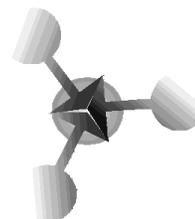
Del análisis de la evaluación de impacto ambiental se concluye que el proyecto es ambientalmente viable a pesar de que generará una serie de impactos negativos que se manifiestan principalmente en la etapa de producción. Aun así, todos ellos se producen ocasionalmente y en sectores localizados, existiendo medidas de compensación, mitigación, prevención y control de los impactos sobre el sistema ambiental.

Con respecto a la evaluación económica se pudo observar que el proyecto es muy sensible al cambio de precio de la materia prima, y debido a que es la raíz de la producción de PLA, cualquier aumento en su precio repercute muy negativamente, aún si el cambio es pequeño. Frente a los valores arrojados del VAN y la TIR podemos establecer que el proyecto no es viable si una gran cantidad de condiciones de mercado, legislación e industriales no se modifican o mejoran.



**Universidad Nacional de Cuyo**  
**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.**



## **ABSTRACT**

The following report shows all the technical, economics and financial characteristics of the installation of a PLA (polylactide) manufacturing facility, by the Breaking Ring monomer (lactide) method.

One of the most important uses of petroleum is the production of polymers, but this polymers are not biodegradables and are made of a nonrenewable resource. So, as a solution to this problem, biopolymers are used instead, which are obtained from renewable resources and are biodegradable. The PLA is one of them.

The raw material of the PLA production is high concentrate lactide acid, which it can be obtained from the fermentation of sugar cane or corn starch. Then, through accurates processes, the PLA is created as a compostable biopolymer. This material can be compared with the commodity polymers, although the PLA has higher properties because of the high degradation in short periods, leaving harmless remains such as carbon dioxide, water and humus.

The technology used was discovered a few decades ago in United States, and it has been used in a lot of countries, but it has not been patented in Argentina yet. The process of obtaining planned to produced high molecular mass PLA, is by lactide ring opening through the ROP (ring opening polymerization) method, in the presence of a tin catalyst. The Lactide is an intermediate material obtained in the process aforementioned, from the lactide acid.

The raw materials and other supplies go through different stages that can be summarized in: Reception and storage of materials, prepolymerization, vacuum distillation, polymerization, extrusion, bagging, quality control, storage and delivery.

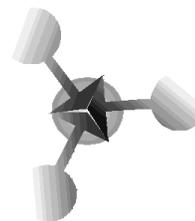
This project seeks meet the needs of companies manufacturers of plastic articles, who wish to generate products from raw materials of high biodegradability. The segment of companies which this projects is intendent, is all that companies devoted to produce plastic bags for stores, bottles and disposable objects to use in low temperatures, because those are the most consumed products.

The monthly amount to produce is calculated based on the needs of the companies, which are determined by the percentages of the petrochemicals materials replaced by biodegradable materials. Nowadays, that percent is about 10%, which represents a potential demand of 278.400 kg per year.



**Universidad Nacional de Cuyo**  
**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.**



The manufacturing facility is located in the province of Buenos Aires in the industrial park called La Cantábrica II. The factors taken in account to choose the localization, were the provider's closeness, tax benefits, transport infrastructure, general reversal cost, etc.

The facility's capacity was designed 25% bigger than the expected demand of the 10th year because of market expansion if it were necessary. This value is about 1.344 kg per day or 490.560 kg per year.

An analysis of the environmental impact concludes that this project is environmentally feasible, despite that will generate some negative effects expressed mainly in the production stage. Anyway, all of them may occur occasionally in specific sectors, that is why there are compensation measures, mitigation, prevention and control of impacts on the environmental system.

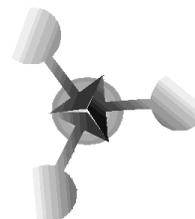
Regarding to the economic evaluation, the project is really sensitive to changes of the raw material prices, and because of that, any changes in the price will affect negatively, even if the change is small.

Due to IRR and NPV values, we can say that to make this project possible, a lot of conditions in the market and industry, also laws, would have to change or get better.



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



## CAPITULO 1

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1. GENERALIDADES

En la actualidad, el plástico es la tercera aplicación más extendida del petróleo después de la energía y el transporte; y constituye casi todo lo que se consume (200 millones de toneladas al año en todo el planeta), desde vehículos y computadoras hasta envases y productos de higiene. Pero dichos polímeros no son biodegradables, lo que los convierte en un contaminante a largo plazo y se producen a partir de un recurso no renovable como es el petróleo. Como solución a estas problemáticas surgen los biopolímeros, los cuales se obtiene a partir de recursos renovables y son biodegradables.

El ácido poliláctico (PLA) es un polímero transparente que puede ser producido con la caña de azúcar o el almidón de maíz. A partir de la fermentación se obtiene el ácido láctico y luego se somete a una polimerización sintética para dar el PLA.

Tiene características similares al PE o PP, y puede ser procesado en equipamiento estándar de plásticos convencionales. Por éste motivo, el PLA y sus copolímeros, son una opción utilizada para la producción de film, moldes, copas, botellas, etc.

El PLA es más costoso que muchos materiales convencionales derivados del petróleo, pero su precio ha ido cayendo a medida que crece la producción y aumenta el precio del petróleo. El precio superior de los biopolímeros es compensado con el aspecto medioambiental, ya que estos polímeros son amigables con el medioambiente.

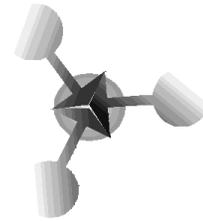
La contraparte de éste biopolímero es que su apariencia es semejante a la de los plástico ordinario y si se mezcla con los reciclables, puede causar contaminación, volviendo el plástico reciclable inútil. También puede volverse quebradizo a bajas temperaturas, como en alimentos congelados.

El PLA se define como un biopolímero compostable, ya que este es biodegradable, generando básicamente dióxido de carbono, agua, y humus, a una velocidad similar a la de los materiales orgánicos sencillos (por ejemplo la celulosa) y no deja residuos tóxicos ni visibles. Por tanto, bajo esta hipótesis, la razón de ser de los envases de biopolímero es que su residuo final vaya a gestionarse junto con la materia orgánica para producción de compost.



**Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.**



Frente a lo planteado, lo que se busca en este proyecto es satisfacer la necesidad de las empresas productoras de manufacturas plásticas, que desean generar productos a base de materias primas de alta biodegradabilidad, y que cumplan con la legislación ambiental vigente (Ley de la Provincia de Buenos Aires N° 13.868). Apoyando al Plan de reducción de las importaciones, sin descuidar las exigencias del mercado consumidor.

El proceso de obtención planeado para la producción del PLA de alto peso molecular, es por apertura del anillo de L-lactida mediante el método ROP (ringopening polymerization), en presencia de un catalizador de estaño. Este sistema elimina el uso costoso y contaminante de disolventes. El proceso utiliza el ácido láctico como materia prima principal.

El proceso general se puede resumir en: recepción y almacenamiento de materiales, prepolimerización, destilación al vacío, polimerización, extrusión, embolsado, control de calidad, almacenaje y posterior despacho a cada empresa demandante.

El producto obtenido se lleva a la forma de pellets, para proceder a venderlo a las diferentes industrias que poseen el equipamiento necesario para la fabricación de productos 100% biodegradables y compostables. Los pellets pueden ser usados a temperaturas menores a 60 °C.

En la República Argentina se halla un gran número de empresas como Industria Plástica Echeverría SRL, Fleoxdian, Super-Bol SRL, Capoplast, Her Plast SRL, Inyectal ATM SRL, Duzzen SA, AG bolsas plásticas, Establecimiento ALH SRL, Resifilm SRL, ADOC envases SRL, Tom Plast, Plastiandino y Termoplástica San Rafael, entre otras; en estas se pretende comercializar el PLA, incorporar un porcentaje de biopolímero en sus procesos productivos para obtener productos más amigables con el medio ambiente.

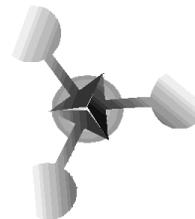
Los productos de mayor importancia que reemplazan a los biopolímeros son los plásticos de origen petroquímico que contienen el agregado de un aditivo exigido, este aditivo es un compuesto orgánico a base de metales pesados, entre los que se pueden encontrar el mercurio que es muy tóxico y en algunas concentraciones es mortal.

El segmento al que se apunta es el que se dedica a la producción de bolsas de uso para comercio (no envasado de alimentos), botellas y material descartable de uso a bajas temperaturas porque son los productos que mayor consumo registran y por ende más desechos generan.



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



## 1.2. EL PRODUCTO

### 1.2.1. Nombre

Producto: Ácido poliláctico (PLA)

Empresa: LACPLA SA

### 1.2.2. Antecedentes históricos

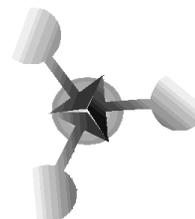
El PLA ha sido objeto de muchas investigaciones desde hace algo más de un siglo. En 1845, Pelouze condensó ácido láctico por medio de una destilación con agua para formar PLA de poco peso molecular y un dímero cíclico del ácido láctico llamado lactida. Cincuenta años más tarde, en 1894, Bischoff y Walden intentaron sin éxito la producción de PLA a partir de la lactida. En 1932, Wallace Carothers, científico en Dupont, produjo un producto de poco peso molecular calentando el ácido láctico y sometiéndolo al vacío. En 1954, después de otros refinamientos, Dupont patentó el proceso de Carothers. Debido a los altos costes, este descubrimiento fue utilizado principalmente para la fabricación de suturas médicas, de implantes y como medio para dosificar medicamentos.

Más adelante, Watson (1948) publicó posibles aplicaciones del PLA para revestimientos y como constituyente en las resinas. Así mismo, en 1986, Lipinsky y Sinclair publicaron también sus hallazgos.

Cargill fue una de las primeras compañías que desarrolló los polímeros de ácido poliláctico. Cargill comenzó a investigar la tecnología de producción de PLA en 1987, y su producción en planta data de 1992. En 1997 Cargill se asoció con la empresa Dow Chemical Company, creando NatureWorks LLC. Otras empresas productoras de PLA son: Teofan (Alemania), Hycail (Holanda), Mitsui Chemicals Inc (Japón); pero no son las únicas también cabe destacar a Sterling Chemicals (EE.UU.), Musashino Chemical (Japón), CCA biochemical BV Netherlands con plantas en Europa, Brasil y EE.UU., Archer Daniels Midland (ADM) (EE.UU.)

### 1.2.3. Descripción del producto

La idea surge por la necesidad de buscar nuevas materias primas que no contaminen el ambiente, que se usen para la obtención de productos plásticos que se consumen a diario y que producen grandes cantidades de desechos que se degradan lentamente. También se busca el reemplazo de los polímeros derivados del petróleo debido al aumento que han sufrido los



mismos en los últimos años y a la baja en las reservas. Además la población exige productos más amigables con el medio ambiente día a día.

El poli (ácido láctico) o ácido poliláctico (PLA) es un poliéster alifático termoplástico derivado de recursos renovables, de productos tales como almidón de maíz (en los Estados Unidos), tapioca (raíces, o almidón principalmente en Asia) o caña de azúcar (en el resto de mundo). Se pueden biodegradar bajo ciertas condiciones, tales como la presencia de oxígeno (90% en menos de 6 meses en agua, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y biomasa) y por eso es difícil de reciclar. Esto lo hace un producto muy compatible con el cuidado del medio ambiente y el avance de nuestra sociedad.

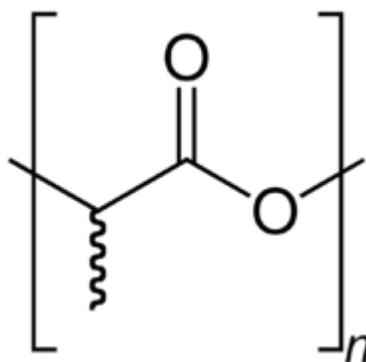


Figura 1.1. Estructura química del poli (ácido láctico)

El producto será presentado en forma de pellets o grumos de tamaño standard de 3 mm en bolsas laminada de 25 Kg de material degradable. La unidad de venta se presentará palletizado sobre tarimas de madera y film stretch, para asegurar su correcta estabilidad y protección, tanto en el transporte (interno y externo) como en el almacenamiento.

#### 1.2.4. Propiedades físicas y químicas del PLA

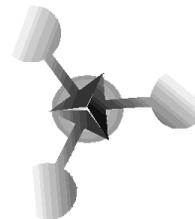
Las propiedades tanto físicas como mecánicas dependen de la composición del polímero, de su peso molecular y de su cristalinidad. La cristalinidad puede ajustarse desde un valor de 0% a 40% en forma de homopolímeros lineales o ramificados, y como copolímeros al azar o de bloque.

Debido a la naturaleza quiral del ácido láctico, pueden obtenerse distintos tipos de polímero: el poliácido-L-láctico (PLLA) es el producto resultante de la polimerización de ácido L, L-láctico (también conocido como L-láctico). El PLLA tiene una cristalinidad de alrededor del 37%, una temperatura de transición vítrea entre 60-65°C, una temperatura de fusión entre 173-178°C y un



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



módulo de elasticidad entre 2,7 a 16 GPa. Sin embargo, el PLA resistente al calor puede soportar temperaturas solo de 110°C (230° F).

La temperatura de fusión del PLLA se puede aumentar 40-50°C y la temperatura de deflexión al calor puede incrementarse en aproximadamente 60°C hasta 190°C por mezclado físico del polímero con PDLA (poliácido-D-láctico). El PDLA y el PLLA forman un estereocoplímero muy regular con mayor cristalinidad. La estabilidad de la temperatura se maximiza cuando se utiliza una mezcla 50:50, pero incluso a bajas concentraciones de 3 - 10% de PDLA, existe una mejora sustancial. En este último caso, el PDLA actúa como un agente de nucleación, lo que aumenta la velocidad de cristalización. La biodegradación de PDLA es más lenta que para el PLA debido a la mayor cristalinidad del PDLA. El PDLA tiene la útil propiedad de ser ópticamente transparente.

El PLA tiene propiedades mecánicas en el mismo rango de los polímeros petroquímicos, similares al PET, a excepción de una baja elongación. Sin embargo esta propiedad puede ser afinada durante la polimerización por copolimerización, o por modificaciones post polimerización con plastificantes.

El PLA puede ser tan duro como el acrílico o tan blando como el polietileno, rígido como el poliestireno o flexible como un elastómero. Puede además ser formulado para dar una variedad de resistencias. Las resinas de PLA pueden ser sometidas a esterilización con rayos gamma y es estable cuando se expone a los rayos ultravioleta. Al PLA se le atribuyen también propiedades de interés como la suavidad, resistencia al rayado y al desgaste.

El ácido poliláctico se puede procesar, como la mayoría de los termoplásticos, en fibra (por ejemplo, usando el proceso convencional de hilatura por fusión) y en película.

### 1.2.5. Biodegradación

Una de las características que ha suscitado gran interés en el PLA es su capacidad de biodegradarse bajo condiciones adecuadas a diferencia del resto de los polímeros. Lo que le confiere una gran ventaja desde el punto de vista ecológico. Además es un polímero obtenido de recursos renovables.

Los "plásticos biodegradables" como los define la Sociedad Americana para los ensayos de Materiales (ASTM) y la Organización Internacional de Normalización (ISO), son aquellos que pueden pasar por un cambio significativo en la estructura química en condiciones ambientales específicas. Estos plásticos biodegradables pasan por el proceso de la degradación con la ayuda de microorganismos naturales tales como bacterias, hongos y algas.

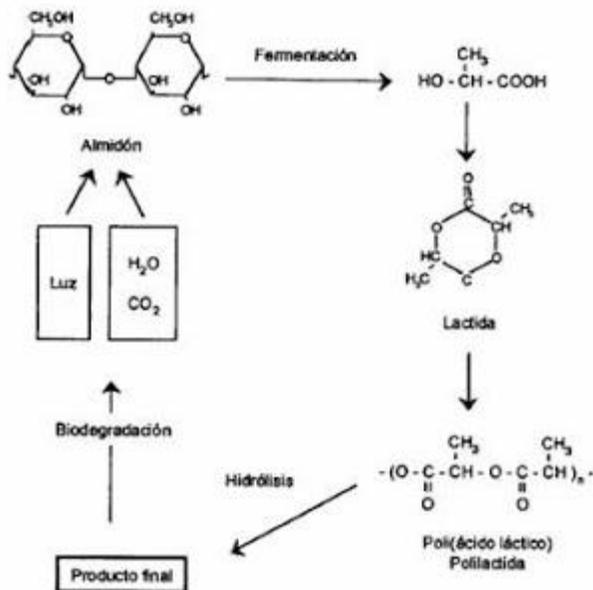
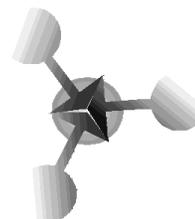


Figura 1.2. Proceso de degradación del PLA

Un aspecto importante del polímero ocurre durante su fase de interrupción biológica. El PLA lanza dióxido de carbono y metano durante este proceso, sustancias que participan al efecto invernadero. Siendo nulo el balance neto en dióxido de carbono, pues el CO<sub>2</sub> lanzado a la atmósfera es aquel que fue absorbido durante la fotosíntesis de la planta.

Otro aspecto es que los combustibles fósiles todavía son necesarios para producir el PLA. Aunque los combustibles fósiles no se utilizan en el polímero en sí mismo, son necesarios en los procesos de cosechas y recogida de la planta así como en su producción química, pero durante su fabricación requiere entre 20 y 50 por ciento menos de recursos fósiles que aquellos que provienen del petróleo. Además hacen uso de recursos fósiles abundantes como son el carbón y el gas natural e investigan sobre la utilización de la biomasa.

### 1.2.6. Materia prima: Ácido láctico

El punto de partida para la obtención del PLA es el ácido láctico. Este fue descubierto hacia 1780 por el químico sueco Carl Wilhelm Scheele pero solo fue obtenido a escala industrial hacia 1880 en Estados Unidos por Charles Avery.

El ácido láctico (LA) o ácido 2-hidroxipropanoico es un ácido orgánico con tres carbonos: en un terminal el átomo de carbón es parte del grupo carboxílico; el otro átomo de carbón terminal es parte de un metilo; y el átomo de carbón central está unido a un grupo alcohol (Figura 1.3).

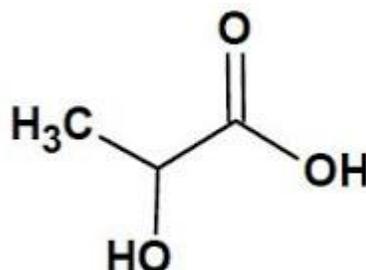
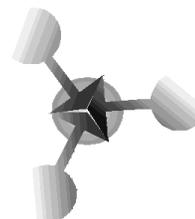


Figura 1.3. Ácido láctico.

Existen dos estereoisómeros del ácido láctico, el D (-) láctico y L (+) láctico (Figura 1.4). Todas las formas del ácido láctico se encuentran en estado líquido, siendo incoloros y solubles en agua. En estado puro son sólidos muy higroscópicos, de punto de fusión bajo, el cual es difícil de determinar debido a la extrema dificultad de producirlo anhidro; es por esta razón que se manejan rangos de 18-33 °C. El punto de ebullición del producto anhidro está entre 125-140 °C.

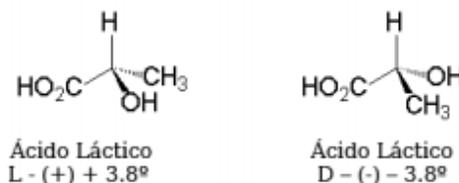


Figura 1.4. Estructura química del ácido láctico D (-) y ácido láctico L (+)

Existen dos procesos básicos de obtención de ácido láctico (LA) que consisten en rutas químicas y biotecnológicas. La síntesis química tiene la desventaja que el ácido láctico producido es una mezcla racémica (fracciones equimolares) de D y L ácido láctico ópticamente inactivo, por lo cual, el 90% del ácido láctico producido en el mundo es elaborado por vía biotecnológica, la cual produce LA en sus formas enantioméricas. Sus principales desventajas son: largos tiempos de fermentación (6 días), bajas productividades (1,35 g/L/h).

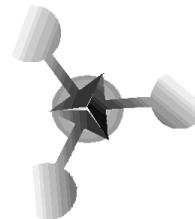
La producción biotecnológica está basada en la fermentación bacteriana de sustratos ricos en carbohidratos. La elección de la materia prima depende, entre otras cosas, de su costo, del microorganismo a utilizar y de las características del producto final. Pueden emplearse sustratos carbonados puros como la glucosa, sacarosa y lactosa o sustratos carbonados impuros como el almidón, el lactosuero y las mieles, que provienen de la industria azucarera, alimenticia y la agricultura.

Estos procesos de fermentación pueden ser clasificados según el tipo de bacterias utilizadas:



**Universidad Nacional de Cuyo**  
**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP**  
**en la provincia de Buenos Aires. Estudio de**  
**prefactibilidad.**



(I) Método hetero-fermentativo: produce menos de 1,8 moles de ácido láctico por mol de hexosa, con otros subproductos en cantidades significativas, tales como ácido acético, etanol, glicerol, manitol y el dióxido de carbono. Las bacterias que tienen este tipo de metabolismo son: *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus bifidus*, además incluye las bacterias del genero *Leuconostoc*.

(II) Método homo-fermentativo: conduce mayores rendimientos de ácido láctico y niveles más bajos de subproductos, y se utiliza en el sector industrial. El rendimiento de conversión de la glucosa en ácido láctico es más del 90 %. Las bacterias que tienen este tipo de metabolismo son: *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus leichmanii*, *Lactobacillus casei* y *salivarius*, además incluyen los géneros *Pediococcus* y *Streptococcus*.

Las condiciones del proceso de fermentación son pH ácido cercano a 6, temperatura alrededor de 40 °C y bajas concentraciones de oxígeno. El principal método de separación consiste en agregar  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$ ,  $\text{Mg(OH)}_2$ ,  $\text{NaOH}$ , o  $\text{NH}_4\text{OH}$  para neutralizar el ácido de fermentación y dar soluciones lácticas solubles, que son filtradas para remover biomasa y productos insolubles. El producto es luego evaporado, cristalizado y acidificado con ácido sulfúrico para obtener ácido láctico crudo.

Dentro de las compañías líderes a nivel mundial en la producción de ácido láctico por vía biotecnológica, se encuentran Cargill Dow LLC USA, con una capacidad de producción anual de 140.000 Toneladas de ácido láctico a partir de maíz, y Galactic SA, Bélgica con producciones superiores a las 18.000 toneladas anuales a partir de azúcar de remolacha.

El ácido láctico no puede ser directamente polimerizado en un producto útil, ya que cada reacción de polimerización genera una molécula de agua, cuya presencia degrada la formación de la cadena polimérica, hasta el punto que sólo se obtienen pesos moleculares muy bajos. En cambio, dos moléculas de ácido láctico se someten a una esterificación simple y luego catalíticamente se cicla para dar un producto intermedio, siendo este un éster de dilactato cíclico. A pesar de que la dimerización también genera agua, puede ser separada antes de la polimerización debido a una caída significativa en la polaridad. El PLA de alto peso molecular se produce a partir del éster de dilactato (lacturo o lactida) por polimerización por apertura de anillo usando por lo general octoato de estaño como catalizador (a nivel laboratorio se emplea comúnmente cloruro de estaño (II)). Este mecanismo no genera agua adicional, por lo tanto, pueden obtenerse una amplia gama de pesos moleculares.

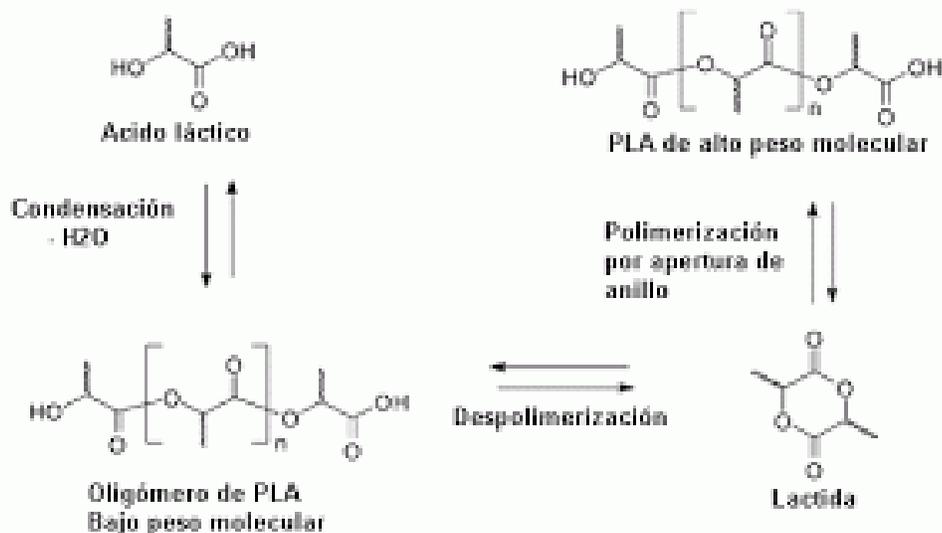
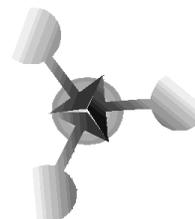


Figura 1.5. Polimerización del ácido láctico

La polimerización de una mezcla racémica de ácidos L y D-lácticos por lo general conduce a la síntesis de poliácidos-DL-láctico (PDLLA), que es amorfo. El uso de catalizadores estereoespecíficos puede llevar a PLA heterotáctico de mayor cristalinidad. El grado de cristalinidad y otras muchas características importantes, es en gran parte controlado por la relación de enantiómeros D y L que se utiliza, y en menor medida del tipo de catalizador utilizado.

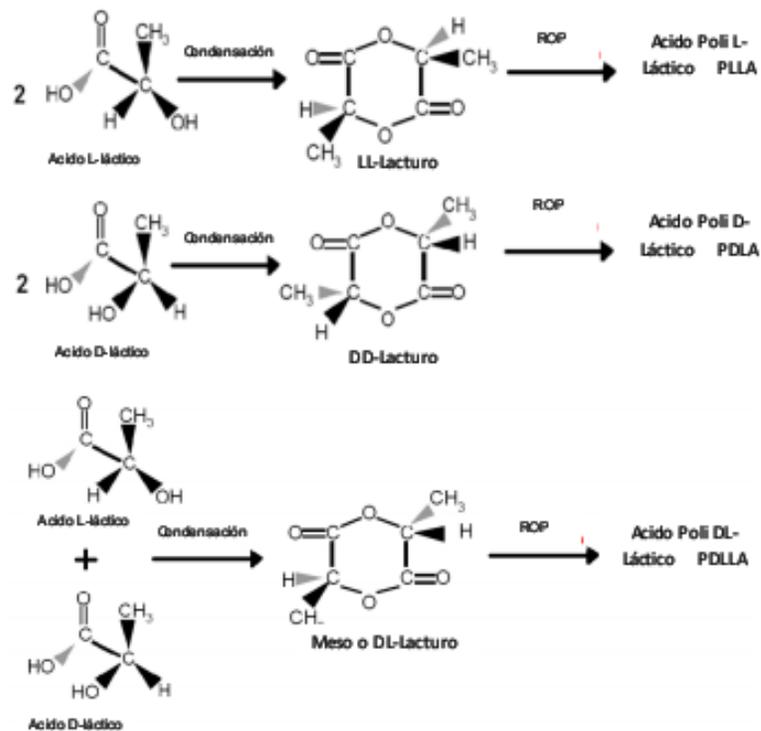
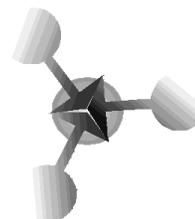


Figura1.6. Estructura del PLA basa en su quiralidad.

El ácido láctico es muy utilizado en la industria alimenticia (acidulante, saborizante, emulsificante, y conservante), química, farmacéutica (humectantes y pomadas de uso tópico), del plástico (aditivo, agente de terminado, como disolvente en forma de éster), textil, en la agricultura, la alimentación animal, entre otros. Sin embargo, la aplicación más interesante del ácido láctico radica en la posibilidad que ofrece de producir el polímero correspondiente.

### 1.2.7. Producto intermedio: Lacturo

El dímero cíclico del ácido láctico combina dos de sus moléculas y origina L-Lacturo, DLacturo y meso-Lacturo (una molécula de L-ácido láctico asociada con otra de D- ácido láctico). Una mezcla de L-Lacturo y D-Lacturo se conoce como Lacturo racémico (rac-Lacturo).



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.

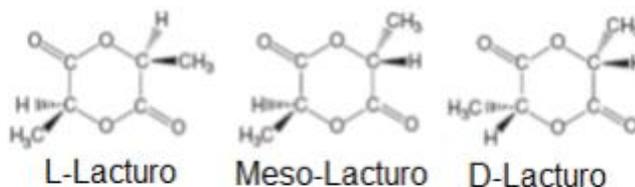
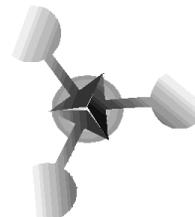


Figura1.7. Diferentes isómeros ópticos del Lacturo.

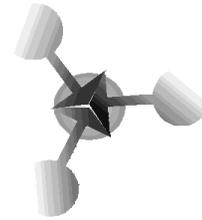
El Lacturo es obtenido por la depolimerización de PLA de bajo peso molecular, bajo presiones reducidas para dar una mezcla de L, D y meso-Lacturo. Los diferentes porcentajes de los isómeros de lacturo formado dependen de los isómeros de ácido láctico alimentados, de la temperatura, de la naturaleza del catalizador y del contenido de este. Este dímero es el paso intermedio para obtener un polímero de alto peso molecular, el cual es útil si se desea producir artículos con alta resistencia mecánica.



**Universidad Nacional de Cuyo**

**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.**



## **CAPITULO 2**

### **ESTUDIO DE MERCADO Y PRONÓSTICO DE LA DEMANDA**

#### **2.1. ANÁLISIS DE LA DEMANDA**

##### **2.1.1. Caracterización de la demanda**

Como el PLA (poliacidoláctico) no es un material que se produzca y se comercialice en nuestro País, los datos sobre demanda u oferta no se encuentran disponibles por ello para obtener información del mercado no se puede recurrir a información secundaria. Para establecer un correcto análisis del mercado consumidor y competidor es necesario recurrir a la investigación y la obtención de información primaria. Con estos datos se obtiene la demanda potencial, que es la cantidad de mercancía que es probable que el mercado consuma en los años futuros. Como es un mercado nuevo en el País, la demanda insatisfecha es difícil de determinar.

Como los principales polímeros que se comercializan en Argentina son petroquímicos, éstos son los principales productos sustitutos. Otro material de las características del PLA son ciertos biopolímeros a base de almidón de maíz de procedencia italiana.

El PLA no es producido en el país, al igual que ninguno de los otros biopolímeros, por ello el mercado consumidor debe importar este producto para su consumo. Otra forma de abastecimiento es mediante la utilización de polímeros convencionales a los que se les agregan aditivos para cumplir con la legislación vigente, lo cual provoca una disminución en las propiedades del producto final y un aumento del precio final.

##### **2.1.2. Demanda: mercado consumidor**

El segmento al que se apunta es el que se dedica a la producción de bolsas para negocios (no envasado de alimentos), botellas y material descartable de uso a bajas temperaturas porque son los productos que mayor consumo registran y por ende más desechos generan.

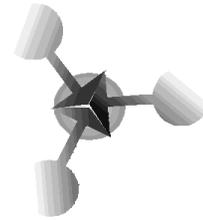
La demanda del producto está conformada por las distintas empresas ubicadas en la zona céntrica de la República Argentina (Mendoza, Buenos Aires, Santa Fé y Córdoba), que utilizan



**Universidad Nacional de Cuyo**

**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.**



pellets para fabricar productos plásticos. Estas empresas son: Industria Plástica Echeverría SRL, Flexodian, Super-Bol SRL, Capoplast, Her Plast SRL, Inyectal ATM SRL, Duzzen SA, AG bolsas plásticas, Establecimiento ALH SRL, Resifilm SRL, ADOC envases SRL, Tom Plast, Plastiandino y Termoplástica San Rafael, entre otras. A estas se les ofrecerá incorporar un porcentaje de biopolímero en sus procesos productivos para mejorar las características de sus productos.

La cantidad mensual a producir se calcula en base a necesidades de las empresas, que se determinan por el porcentaje de reemplazo de material petroquímico por material biodegradable (alrededor del 10 %).

Se realizó un estudio, haciendo uso de encuestas previamente confeccionadas, mediante llamadas telefónicas de forma personal con los responsables de compras de los diferentes clientes que se hallan en la región considerada. Los resultados se pueden observar en el Anexo I.

Del estudio realizado, se llega a la conclusión de que el mercado potencial para el producto es de 40 empresas. De las cuales, 14 dieron una respuesta positiva ante la incorporación inmediata de este tipo de biopolímero en sus procesos productivos y por ende en sus productos finales. Esta cantidad de clientes representa el 35% del total de empresas contactadas/consultadas, y como es un porcentaje elevado se puede tomar como representativo del total del mercado de interés.

Cabe destacar que la totalidad de las empresas están localizadas en la zona centro de la Nación: Buenos Aires, Córdoba, Mendoza y Santa Fe.

El consumo promedio de las empresas es de 232 bolsas de 25 kg por mes y por cliente, alcanzando un total de 69.600 kg por año y por cliente de cada una de las empresas encuetadas, que consumen polímeros petroquímicos en sus manufacturas. Lo que indica un consumo de 2.784.000 kg/año, para el total del mercado (40 empresas). Luego de realizadas las encuestas y en base a la aceptación por parte de los clientes de un reemplazo del 10% (en promedio) de sus materias primas por este material biodegradable, más amigable con el medio ambiente, se estima una **demanda potencial de 278.400 t/año.**

### **2.1.3. Ubicación geográfica de los consumidores**

Los consumidores corresponden a 40 empresas, en donde la totalidad de estas empresas están localizadas en la zona centro de Argentina, siendo la ubicación de estos en las provincias de Buenos Aires, Mendoza, Córdoba y Santa Fé.

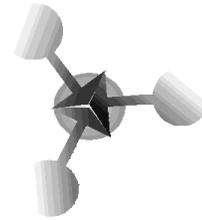
En el Anexo II, se puede ver el listado de empresas que pertenecen a este grupo de interés.



**Universidad Nacional de Cuyo**

**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.**



## **2.2. PRECIO**

El precio del PLA es acorde a los precios de las empresas productoras del mismo producto que operan en el exterior, pero también competitivo frente a los polímeros convencionales. La ventaja para los clientes del PLA, radica en el ahorro del pago de impuestos y otros costos, así como de la demora y cantidad acotada por el bloqueo a las importaciones.

En cuanto al precio que registran los competidores que fabrican polímeros petroquímicos, el PLA queda en desventaja por su diferencia de valor. Por ejemplo, se puede encontrar en el mercado el polietileno de alta densidad (PEHD) con un valor de 5,671 \$/kg, pero los potenciales clientes compran este biopolímero demostrando su compromiso con el medio ambiente y con el País, siendo este de producción nacional.

En Argentina se pueden encontrar 3 importadores de un biopolímero compostable proveniente de Italia; tales empresas ofrecen el mismo a 42,12 \$/kg precio nacionalizado, sin IVA.

El precio del producto nacional que se ofrece es alto pero evitará pagar el flete marítimo, seguros, derechos de importación, honorarios despachante de aduana, gastos bancarios, protección efectiva, además de los problemas de retraso y cantidad a disponer.

### **2.2.1. Oferta: mercado competidor**

No hay empresas nacionales que se encuentren en la posibilidad de producir PLA, pero sí de importarlo a través de los grupos multinacionales a los que pertenecen o bien de nuevas PYMES ubicadas en Buenos Aires o Córdoba.

Uno de los posibles competidores podría llegar a ser la empresa DOW Argentina SA ya que su sede en Brasil produce un biopolímero a base de maíz. Pero esta empresa tiene el problema de la restricción a las importaciones, por lo que tendría que invertir en una nueva planta productora en el país.

Otra empresa puede ser su asociado, Cargill LLC, que comercializa PLA bajo el conocido nombre: "Naturework".

En países como Japón se encuentran empresas como: Nec, Fujitsu, Sanyo, Pioneer o Sony; estas realizan sus ensayos con plásticos obtenidos de los vegetales.

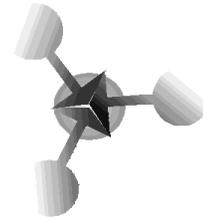
España cuenta ya con cuatro empresas dedicadas a la fabricación y/o comercialización de bioplástico. Nupik, Sphere España, Huhtamaki y Eurous.



**Universidad Nacional de Cuyo**

**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.**



Otras empresas productoras de PLA son: Teofan (Alemania), Hycail (Holanda), Mitsui Chemicals Inc (Japón). Pero no son las únicas también cabe destacar a Sterling Chemicals (EE.UU.), Musashino Chemical (Japón), CCA biochemical BV Netherlands con plantas en Europa, Brasil y EE.UU., Archer Daniels Midland (ADM) (EE.UU.)

Cabe destacar que las empresas antes mencionadas, como no operan dentro del país, sus productos deben ser importados para llegar a las empresas nacionales, y se presentan limitaciones en el país frente a este tipo de mercancías.

Existe una empresa en el país que ya está produciendo envases de bioplásticos de origen agrícola, TriTellus SRL en Mar del Plata - provincia de Buenos Aires. Dicha empresa obtiene su materia prima biopolimérica por medio de la importación desde Italia. Si bien se trata de un importador/distribuidor es el único que se encarga del abastecimiento de ese novedoso producto, a base de maíz, a diferentes empresas del País. Debido a las características de funcionamiento de tal empresa puede considerarse como futuro cliente.

#### **2.2.1.1. Descripción de los principales competidores o grupos de competidores.**

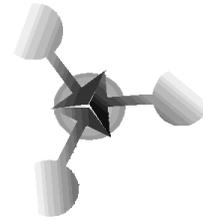
En la siguiente tabla se pueden observar los competidores más fuertes en el momento y sus especialidades. También se pueden ver las empresas que están en etapa de proyecto, lo que significa que son potenciales competidores. Como se puede ver estas empresas se encuentran fuera del país.



Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.



## Empresas productoras a nivel mundial

Tabla 2.1 Empresas productoras a nivel mundial

| Empresa            | Ubicación | Producto comercial |
|--------------------|-----------|--------------------|
| Cargill LCC        | EE.UU.    | NatureWorks        |
| Mitsubishi         | Japón     | Ecolaju            |
| Chronopol          | EE.UU.    | Heplon             |
| Hycail             | Holanda   | Hycail HM, LM      |
| Toyota             | Japón     | Toyota Eco-Plastic |
| Purac Biomaterials | Holanda   | Purasorb*          |
| Direct             | EE.UU.    | Lactel*            |
| Shimadzu           | Japón     | Lacty*             |
| Total & Galactic   | Bélgica   | Futerro**          |
| Treofan            | Holanda   | Treofan            |
| Mitsui Chem        | Japón     | Lacea              |

\*Especialidades medicinales

\*\* En etapa de proyecto

- Cargill LLC: Empresa norteamericana, cuyas oficinas comerciales se encuentran en Minneapolis, Minesota. Nombre del producto: Natureworks. Capacidad instalada de 140.000.000 kg en su planta ubicada en Blair, Nebrasca, USA.

Sus productos compiten en costos y calidad con polímeros de base petroquímica en el sector del packaging y las fibras, con representantes en más de 10 países.

Precio: 2 euros/kg, precio FOB.

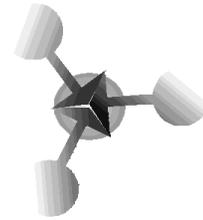
- Mitsubishi. División plásticos: Empresa japonesa, cuyo producto se denomina Ecolaju, que se obtiene del maíz. Aplicaciones: etiquetas adhesivas, papeles sintéticos, embalaje, tarjetas, laminación y hasta un caño de uso temporal con propiedades similares al de PVC.
- Hycail: Empresa holandesa que comercializa el producto del mismo nombre, que se obtiene de la remolacha. Está certificado mediante la etiqueta IBAW alemana (ver Anexo II). Características: apto para el contacto con alimentos, admite extrusión y termoconformado.
- Mitsui chemicals: empresa japonesa que produce PLA cuyas aplicaciones van desde los envases, y contenedores la agricultura y la ingeniería civil, incluyendo a las fibras de compostaje, ropa deportiva y ropa de cama.



**Universidad Nacional de Cuyo**

**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.**



## **2.2.2. Productos sustitutos**

Los productos más fuertes que reemplazan a los biopolímeros son los plásticos de origen petroquímico, tales como el polietileno (PE), polipropileno (PP), policloruro de vinilo (PVC), polietilentereftalato (PET), entre otros de menor producción.

Estos mismos productos han sido modificados, para aumentar su degradabilidad una vez terminada la vida útil del producto final, con el uso de un aditivo exigido para tal fin. Dicho compuesto es de base orgánica con ciertos metales en su estructura, cuya función es debilitar los enlaces de los polímeros en el cual son agregados. Entre los metales usados se puede encontrar el mercurio, el cual es muy tóxico y en algunas concentraciones es mortal.

En Buenos Aires, donde se concentra el 76% de las empresas de manufacturas plásticas, se ha sancionado, hace unos años, una ley que obliga a los comercios y supermercados que entreguen bolsas y envases (para el traslado de las mercancías vendidas) por sus equivalentes artículos biodegradables (Ley 13.868).

Dentro de la misma familia del producto que se puede comercializar se encuentran los pha (polihidroxialcanoatos), phb y pcl (poliésteres de origen sintético pero que pueden ser degradados fácilmente). Estos no se consiguen en el país y deben o deberían ser importados para su aplicación.

### **2.2.2.1. Polímeros de origen petroquímico**

En la República Argentina se halla un gran número de empresas productoras de plásticos convencionales. En este grupo se pueden citar las siguientes: DOW, Alta Plástica SA, Clion Polimeros SA, Simpa SA, Petroquímica Cuyo, Solvay Indupa SAIC, Petrobras Argentina SA, Basf Argentina SA, Aislantes de Cuyo SA, Induspol Aislaciones SA, PBB Polisur SA, DAK Americas Argentina, entre otras.

A continuación se da una lista de las empresas de producción de polímeros de origen petroquímico en Argentina con el nombre, ubicación, producto y capacidad instalada.

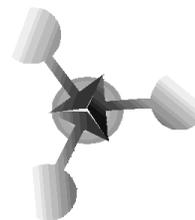
- BASF Argentina SA: Gral. Lagos, Santa Fe. Produce Poliestireno expandible. Capacidad instalada: 14.500.000 kg/año.
- Aislantes de Cuyo SA: G. Cruz, Mendoza. Produce poliestireno expandible. Capacidad instalada: 1.200.000 kg/año.



**Universidad Nacional de Cuyo**

**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.**



- Induspol Aislaciones SA: Junín, Bs. As. Produce poliestireno expandible. Capacidad instalada: 1.200.000 kg/año.
- Petrobras Argentina SA: Zarate, Bs. As. Produce Poliestireno convencional y de alto impacto. Capacidad instalada: 66.000.000 kg/año.
- PBB Polisur: Pto. Galván, Bs. As. Produce polietilenos. Capacidad instalada: 560.000.000 kg/año.
- PBB Polisur: Bahía Blanca, Bs. As. Produce polietileno de baja densidad convencional. Capacidad instalada: 90.000.000 kg/año.
- Petroquímica Cuyo SAIC: Luján de Cuyo, Mendoza. Produce polipropileno. Capacidad instalada: 130.000.000 kg/año.
- Petroken SA: Ensenada, Bs. As. Produce polipropileno. Capacidad instalada: 190.000.000 kg/año.
- DAK Americas Argentina SA: Zarate, Bs. As. Produce PET. Capacidad instalada: 185.000.000 kg/año.
- Solvay Indupa SAIC: Bahía Blanca, Bs. As. Produce policloruro de vinilo. Capacidad instalada: 230.000.000 kg/año.

En la siguiente tabla se pueden observar los precios de los diferentes polímeros petroquímicos:

Tabla 2.2 Precios de los polímeros petroquímicos

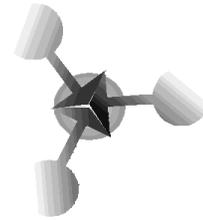
| PRODUCTO POLIMERICICO                 | PRECIO (\$/kg)  |
|---------------------------------------|-----------------|
| Polietileno de alta densidad (PEHD)   | 5,38            |
| Polietileno de baja densidad (PELD)   | 5,15            |
| Polietileno de baja densidad lineal   | 5,64            |
| Polipropileno (PP)                    | 5,49            |
| Polietilenterftalato uso envase (PET) | 5,32            |
| Poliestireno (PS)                     | 6,05 (promedio) |
| Policloruro de vinilo (PVC)           | 4,05            |



Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.



▪ **Empresas Productoras de Polímeros Convencionales**

A continuación se detalla una tabla con las distintas empresas productoras de polímeros convencionales con las ventas en toneladas en el mercado local en base a datos registrados por el IPA (Instituto Petroquímico Argentino) en el año 2013, no se incluyen las exportaciones:

Tabla 2.3 Empresas productoras de polímeros convencionales – Ventas.

| EMPRESA                          | VENTAS (kg/año)    | PORCENTAJE |
|----------------------------------|--------------------|------------|
| Petrobras Argentina SA           | 178.766.000        | 18,58      |
| Basf Argentina SA                | 9.520.000          | 0,99       |
| Aislantes de Cuyo SAIC           | 840.000            | 0,09       |
| Induspol Aislaciones SA          | 840.000            | 0,09       |
| PBB Polisor                      | 370.463.000        | 38,5       |
| Petroquimica Cuyo SAIC           | 95.478.000         | 9,92       |
| Petroken SA                      | 143.218.000        | 14,88      |
| DAK Americas Argentina SA        | 163.170.000        | 16,96      |
| <b>Total de toneladas (2009)</b> | <b>962.295.000</b> | <b>100</b> |

Grafico circular de los porcentajes de ventas de cada empresa competidora:

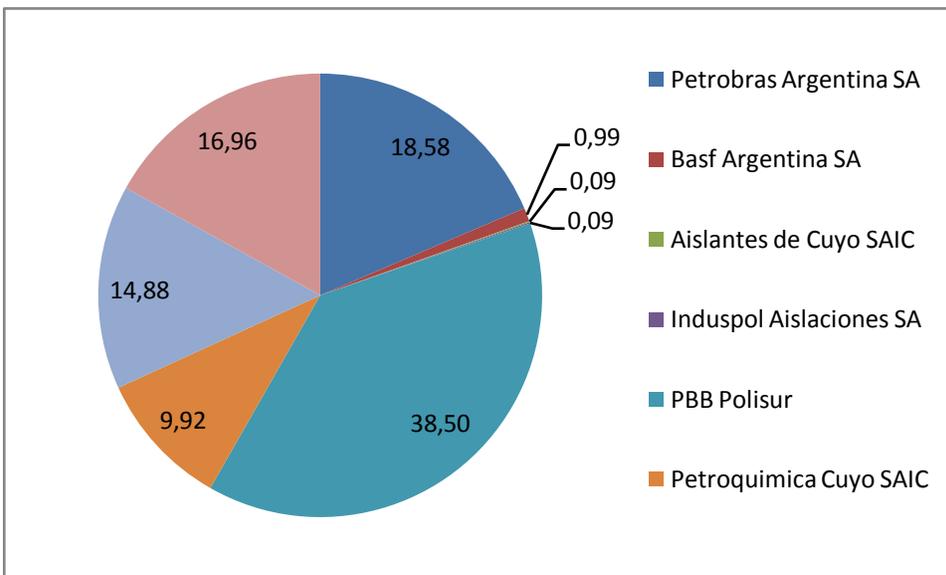


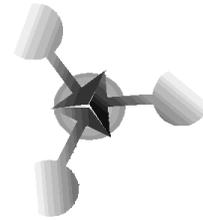
Figura 2.1 Ventas de las empresas competidoras en porcentajes.



Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.



## 2.3. ANÁLISIS DEL MERCADO PROVEEDOR

Como el producto depende de todos los elementos que lo componen debemos analizar el mercado de cada uno para no caer en déficit de alguno de los mismos.

### 2.3.1. Mercado del ácido láctico

Los proveedores de ácido láctico son importadores estrictamente, los cuales consiguen el ácido láctico de productores extranjeros: Japón, China, Suiza, España México y Brasil.

Según los registros del año 2013, ofrecidos por la Biblioteca Embajador Leopoldo H. Tettamanti del Ministerio de Industria, se importó un total de 2.442.340,94 kg de ácido láctico.

Las importaciones totales de ácido láctico por mes se pueden observar en la tabla y gráfico siguientes.

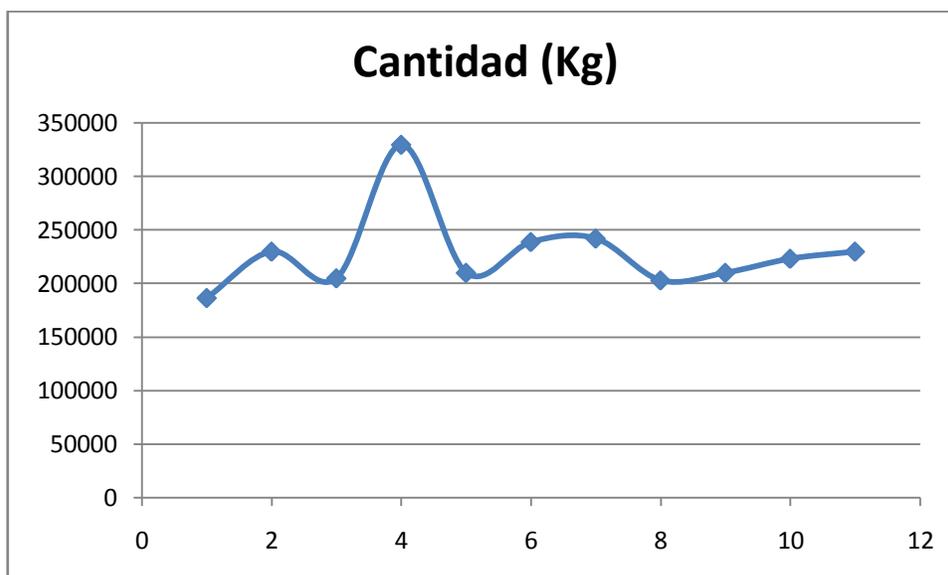


Figura 2.2 Importaciones del ácido láctico en el año 2013.



**Universidad Nacional de Cuyo**

**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.**

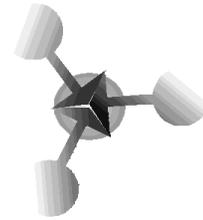


Tabla 2.4 Importaciones del ácido láctico en el año 2013.

| Mes        | Cantidad (Kg) |
|------------|---------------|
| Enero      | 186560        |
| Febrero    | 229822,63     |
| Marzo      | 204914,19     |
| Abril      | 329434,03     |
| Mayo       | 210044,13     |
| Junio      | 238767,21     |
| Julio      | 241973,28     |
| Agosto     | 202992,17     |
| Septiembre | 210052,12     |
| Octubre    | 223160,75     |
| Noviembre  | 229820,43     |

Su precio promedio por mes se puede observar en el cuadro mostrado a continuación:

Tabla 2.5 Precio de las importaciones del ácido láctico en el año 2013.

| Mes        | Precio (U\$S/Kg) |
|------------|------------------|
| Enero      | 2,974            |
| Febrero    | 7,863571429      |
| Marzo      | 9,488888889      |
| Abril      | 4,898571429      |
| Mayo       | 5,592857143      |
| Junio      | 6,688666667      |
| Julio      | 15,246           |
| Agosto     | 6,218333333      |
| Septiembre | 6,1025           |
| Octubre    | 5,440714286      |
| Noviembre  | 9,8655           |

La tendencia poco clara del comportamiento se debe a la existencia de diferentes países de procedencia y por las modificaciones del mercado de la materia prima.

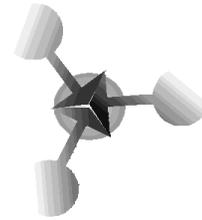
El promedio de precios ronda los U\$S 7 (siete dólares) el kilogramo, aunque existen modificaciones en el precio final debido a que los proveedores son distribuidores.



**Universidad Nacional de Cuyo**

**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.**



Para las empresas que importan la materia prima se ofrece una oportunidad de crecimiento en ventas, ya que la empresa será cliente exclusiva debido a la cantidad mensual requerida por los volúmenes de producción que se proyectan.

Todos ofrecen una entrega de producto asegurada con un pago anticipado y con una entrega de producto en puerta (en Gran Buenos Aires y el resto de la provincia) o con transporte a cargo del cliente en el interior del país, con una demora de 1 (una) semana por la restricción a las importaciones. También ofrecen un descuento por una cantidad superior a 1.000 (un mil) kilogramos.

Los proveedores se hallan ubicados en la provincia de Buenos Aires, más precisamente en el conurbano bonaerense; aunque también se pueden encontrarse otros importadores en el Gran Mendoza, en la provincia de Mendoza.

### **2.3.2. Mercado del Octoato de Estaño**

En cuanto al catalizador usado en la etapa de polimerización, existen proveedores en el exterior del país, en diferentes países de Latinoamérica, los cuales hacen llegar sus productos una vez realizado el pago. Se trata de empresas distribuidoras. También existen proveedores en la provincia de Buenos Aires. Todos ofrecen el material por pago anticipado y el flete está a cargo del cliente (medio de transporte y pago) o de acuerdo a la cantidad y ubicación se puede negociar precio, pago y flete.

### **2.3.3. Mercado del Metanol**

Como el solvente del catalizador es metanol, se busca un importante productor/proveedor de esta sustancia, como lo es YPF SA en el Complejo Plaza Huincul (Neuquén) y ALTO PARANÁ SA (Santa Fe).

En la siguiente tabla y gráfico se pueden observar los datos de producción y precio del metanol en nuestro País (Datos extraídos del Anuario Estadístico del IPA 2012):



Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.

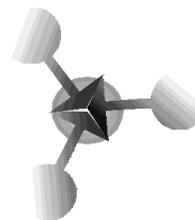


Tabla 2.6 Producción y precio del metanol en Argentina.

| AÑO  | PRODUCCIÓN (t) | PRECIO (U\$S/t) |
|------|----------------|-----------------|
| 2002 | 158030         | 172             |
| 2003 | 447810         | 200             |
| 2004 | 444601         | 205             |
| 2005 | 413611         | 237             |
| 2006 | 379099         | 321             |
| 2007 | 376657         | 390             |
| 2008 | 398587         | 397             |
| 2009 | 319482         | 109             |
| 2010 | 408085         | 198             |
| 2011 | 400602         | 284             |

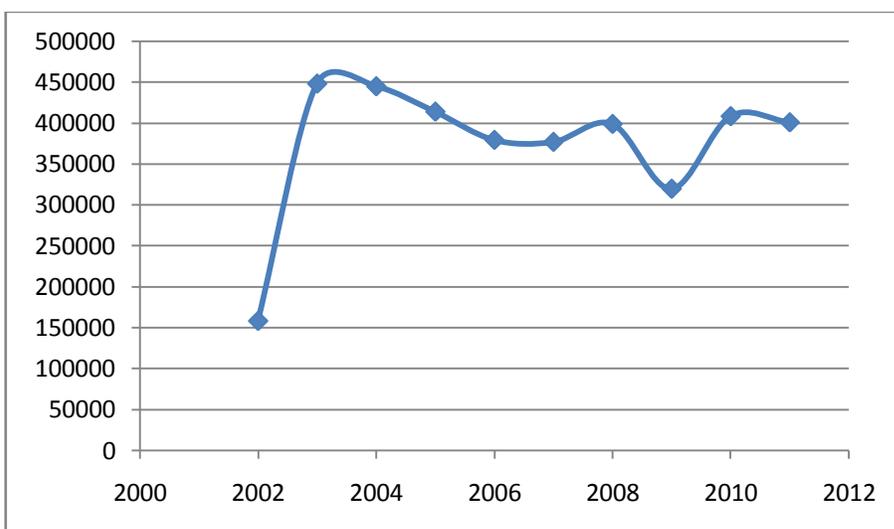


Figura 2.3 Producción de Metanol (kg/año)



Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.

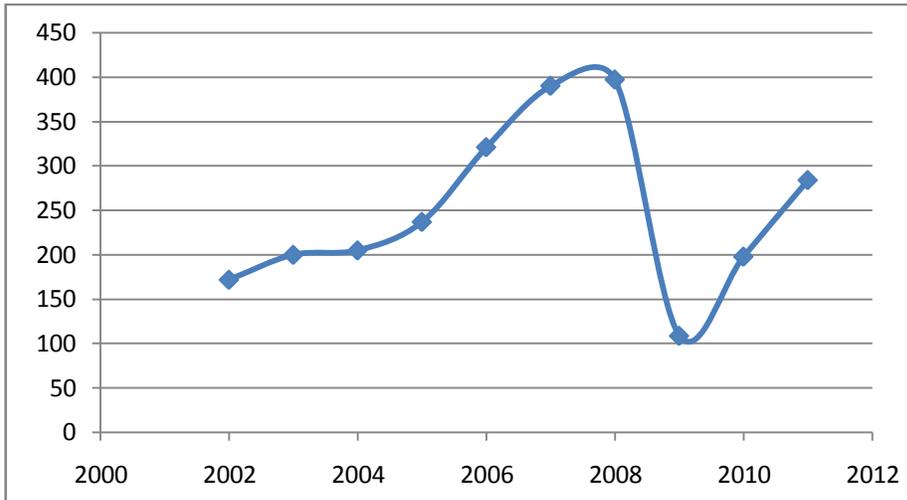
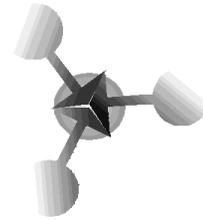


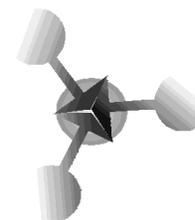
Figura 2.4 Precio del Metanol (U\$/tn)



Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.



### 2.3.4. Descripción de la red de proveedores, sus características principales, poder de negociación y posibilidades de integración hacia adelante.

En la siguiente tabla se describen las principales empresas proveedoras de insumos, materia prima y servicios necesarios para producir el producto final.

Tabla 2.7 Empresas proveedoras de insumos, materia prima y servicios necesarios para la producción del PLA.

| Sección    | Materia prima/insumo | Empresa/ubicación/<br>Teléfono  | Especificaciones<br>del producto       | Precio +<br>IVA por<br>kilogramo<br>o litro | Flete  | Condiciones<br>de pago         | Tiempo<br>de<br>entrega |
|------------|----------------------|---|--|---|--|--------------------------------|-------------------------|
| Producción | Ácido láctico        | Central Química<br>Argentina SA/Merlo,<br>Bs As/ TEL: 011-<br>49317020        | 88.5 %<br>Bidones de 20<br>litros.     | 2.8/litro +<br>IVA                          | A<br>cargo<br>del<br>cliente                         | Efectivo o<br>cheque al<br>día | 7 – 10<br>días          |
|            |                      | Inmobal Nutrér/Bs<br>As. <a href="tel:011-43700111">TEL:011-<br/>43700111</a> | 85 % acido láctico<br>Bidones de 25 Kg | 2/kilogramo<br>+ IVA                        | A<br>cargo<br>del<br>cliente<br>fuera<br>de Bs<br>As | Contado<br>anticipado          |                         |
|            |                      | Research AG/Tigre,  | 85 – 90 %                              | 14.7  | A  | Contado                        | 7 días                  |

Maggioni, Alfredo Abraham  
Giaroli, Gisela Natalí

25

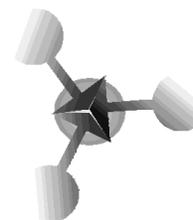
Marzo 2015



Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.



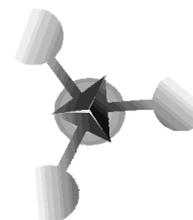
|                  |                                    |  |                                  |                             |                              |                          |  |
|------------------|------------------------------------|--|----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------|--|
|                  |                                    | Bs As/TEL: 011-47151915  | Bidones de 1 L<br>Bidones de 5 L | bidón+IVA<br>59.26 +<br>IVA | cargo<br>del<br>cliente      | anticipado<br>acreditado |  |
|                  |                                    | Sintorgan SA/011-48975775 Buenos Aires   | 85-90% bidones de 1 L            |                             | A<br>cargo<br>del<br>cliente |                          |  |
|                  | <b>Octoato de Sn</b>               | World Market srl,<br>San Isidro, Bs As./<br>Tel: 011-48472777                                  |                                  |                             |                              |                          |  |
|                  |                                    | Chemit Argentina/<br>Parque Industrial de<br>Almirante Brown, Bs<br>As/ Tel.: 011-<br>42970719 |                                  |                             |                              |                          |  |
|                  | <b>Metanol</b>                     | YPF SA/ Complejo<br>Plaza Huincul/ Tel.:   |                                  | 0,2513<br>U\$/Kg            |                              |                          |  |
| <b>Servicios</b> | <b>Resina de<br/>ablandamiento</b> | Adrem Corporación<br>Industrial/ Cap. Fed.,<br>Bs As/Tel.: 011-<br>45018416                    |                                  |                             |                              |                          |  |
|                  | <b>Cloruro de<br/>Sodio</b>        | Chemit<br>Argentina/Parque<br>industrial de<br>Almirante Brown, Bs<br>As/ Tel.: 011-           |                                  |                             |                              |                          |  |



Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.



|                 |                                    |  |  |  |  |  |  |
|-----------------|------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
|                 |                                    | 42970719   |  |  |  |  |  |
|                 | <b>Tratamiento interno de agua</b> | Central Química Argentina SA/Merlo, Bs As/ TEL: 011-49317020 |  |  |  |  |  |
|                 | <b>Secuestrante de oxígeno</b>     | Central Química Argentina SA/Merlo, Bs As/ TEL: 011-49317020 |  |  |  |  |  |
|                 | <b>Gas</b>                         | Gas Natural Ban/ Morón, Bs. As./ TEL: 011-46298329           |  |  |  |  |  |
|                 |                                    | Gas Natural Fenosa   |  |  |  |  |  |
|                 | <b>Agua</b>                        | Aysa/ Morón, Bs. As./Tel.: 011-63332482                      |  |  |  |  |  |
|                 | <b>Energía eléctrica</b>           | EDENOR SA/ Morón, Bs. As./Tel.: 011-46271868                 |  |  |  |  |  |
| <b>Embalaje</b> | <b>Pallets</b>                     |  |  |  |  |  |  |
|                 | <b>Cinta de sellado</b>            |  |  |  |  |  |  |
|                 | <b>Flejes</b>                      |  |  |  |  |  |  |
|                 | <b>Hebillas</b>                    |  |  |  |  |  |  |

Maggioni, Alfredo Abraham  
Giaroli, Gisela Natalí

27

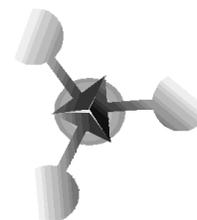
Marzo 2015



**Universidad Nacional de Cuyo**

**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.**

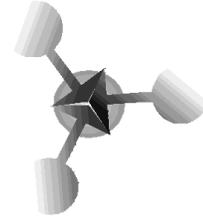


|  | <b>Film<br/>contraible</b>  |  |  |  |  |  |  |
|--|---|--|--|--|--|--|--|
|  | <b>En las figuras 2.2 y 2.3 se pueden observar la ubicación relativa de los diferentes proveedores de materia prima, insumos y servicios.</b> |  |  |  |  |  |  |



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



## CAPÍTULO 3

### TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DEL PROYECTO

#### 3.1. LA TECNOLOGÍA

##### 3.1.1. Ubicación

En las siguientes hojas se describen las principales empresas, en forma de tabla, que poseen los equipamientos necesarios para la transformación de materia prima e insumos en el producto final.



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.

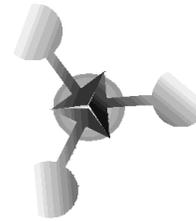


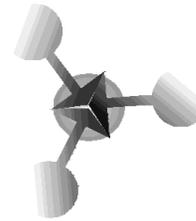
Tabla 3.1 Listado de empresas con el equipamiento necesario en la producción del PLA.

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| <b>Equipamiento</b>                         | <b>Reactor de acero inoxidable, encamisado, con agitador</b>               |   |  |
| <b>Empresa/<br/>Ubicación/<br/>Teléfono</b> | Ind. Metalúrgicas Trevisin/<br>Villa Madero, Bs. As./Tel.:<br>011-44422507 | BS Metalúrgica Integral/<br>Baradero, Bs. As./Tel:<br>03329482983 | Metalúrgica Pucará/Cap. Fed.,<br>Bs. As./ 011-49185871                       |
| <b>Equipamiento</b>                         | <b>Reactor encamisado con agitador</b>                                     |   |  |
| <b>Empresa/<br/>Ubicación/<br/>Teléfono</b> | Ind. Metalúrgicas Trevisin/<br>Villa Madero, Bs. As./Tel.:<br>011-44422507 | BS Metalúrgica Integral/<br>Baradero, Bs. As./Tel:<br>03329482983 | Metalúrgica Pucará/Cap. Fed.,<br>Bs. As./ 011-49185871                       |
| <b>Equipamiento</b>                         | <b>Intercambiadores de calor</b>   | <b>Bombas centrifugas</b>   |  |
| <b>Empresa/<br/>Ubicación/<br/>Teléfono</b> | Ind. Metalúrgicas Trevisin/<br>Villa Madero, Bs. As./Tel.:<br>011-44422507 | Bombas Knorr/ Banfield, Bs.<br>As./Tel.: 011-42488626             | Establecimiento Metalúrgico<br>S.A.M./Wilde, Bs. As./ Tel.:<br>011- 42076734 |
| <b>Equipamiento</b>                         | <b>Bomba de engranajes</b>   |   | <b>Bombas de alta presión</b>  |
| <b>Empresa/<br/>Ubicación/<br/>Teléfono</b> | Milop/ Quilmes, Bs. As./ Tel.:<br>011-42783817                             | Centrifugal/ Cap. Fed., Bs. As./<br>Tel.: 011-43621605            | Sistemas Especiales SRL/<br>Vicente López, Bs. As./ Tel.:<br>011-47912026    |
| <b>Equipamiento</b>                         | <b>Caldera acuotubular</b>   |   | <b>Sistema de ablandamiento de<br/>agua</b>                                  |
| <b>Empresa/</b>                             | Calderas Salcor Caren/ Av.   | Sa Lito Gonella E Hijo Icfi/                                      | Adrem Corporación Industrial/  |



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.

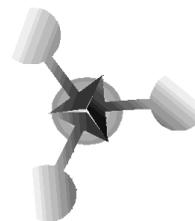


|   |   |   |                                     |
|---|---|---|-------------------------------------|
| <b>Ubicación/<br/>Teléfono</b>              | Rivadavia 5254/ Tel.: 011-49042288                  | Esperanza, Santa Fe/ Tel.: 03496-420279             | Cap. Fed., Bs As/Tel.: 011-45018416 |
| <b>Equipamiento</b>                         | <b>Tanques de acero inoxidable</b>                  | <b>Tanques de almacenamiento</b>                    |                                     |
| <b>Empresa/<br/>Ubicación/<br/>Teléfono</b> | Metalúrgica Pucará/Cap. Fed., Bs. As./ 011-49185871 | Metalúrgica Pucará/Cap. Fed., Bs. As./ 011-49185871 |                                     |
| <b>Equipamiento</b>                         | <b>Destilador al vacío</b>                          |   |                                     |
| <b>Empresa/<br/>Ubicación/<br/>Teléfono</b> |   |   |                                     |
| <b>Equipamiento</b>                         | <b>Extrusora/pelletizadora</b>                      |   |                                     |
| <b>Empresa/<br/>Ubicación/<br/>Teléfono</b> |   |   |                                     |
| <b>Equipamiento</b>                         | <b>Embolsadora con báscula integrada</b>            |   |                                     |
| <b>Empresa/<br/>Ubicación/<br/>Teléfono</b> |   |   |                                     |



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



### **3.1.2. Criterios económicos de selección**

#### **3.1.2.1. Disponibilidad de equipamiento en el País**

Este criterio es uno de los primeros a analizar ya que el importar equipos trae aparejado dos problemas principales: primero, la disponibilidad del equipo por parte de la empresa a los costos adecuados para poder realizar la inversión y, segundo, la disponibilidad a futuro de un servicio postventa ante cualquier eventualidad o necesidad de repuestos en tiempo, calidad y cantidad adecuada.

Las empresas proveedoras de los equipos principales de la línea de producción (reactores y torre de separación) son empresas con capitales nacionales y por ende radicadas en el País. Haciendo participar a las empresas nacionales.

#### **3.1.2.2. Costos de inversión**

Si bien los equipos disponibles en las empresas metalmecánicas contactadas son de menor complejidad que un equipo conseguido en empresas extranjeras, los costos de inversión son menores debido a que se fabrican en el País. Esto trae consigo una rápida respuesta y disponibilidad de entrega de los mismos.

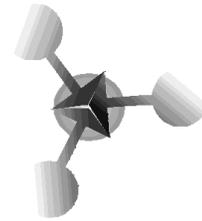
#### **3.1.2.3. Servicio postventa**

Como ya se mencionó en textos anteriores, la disponibilidad de un servicio efectivo, rápido y acorde a las disponibilidades de la empresa en cuanto a prestaciones postventa de repuestos, know how, reparaciones y capacitaciones son fundamentales a la hora de la compra de un equipo de las características de la planta productiva.



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



### 3.1.2.4. Costos de operación

En este punto la atención debe ir concentrada en los equipos centrales de la planta productiva que son los reactores.

El reactor de prepolimerización y polimerización son equipos de menor complejidad tecnológica pero los costos productivos son equivalentes a uno de interior vidriado.

### 3.1.3. Criterios tecnológicos de selección

#### 3.1.3.1. Prestaciones de los equipos

Si bien los reactores que se seleccionaron son de menor complejidad que sus equivalentes con interior de vidrio (menores incrustaciones en el interior), las prestaciones de servicio son ideales al ser de un material noble como es el acero inoxidable. Igualmente, la frecuencia por paradas para mantenimiento es mayor y su soldadura es complicada, lo que los hace equipos más sensibles al uso sin un buen mantenimiento preventivo o predictivo.

Como estos son los equipos que presentan el llamado “cuello de botella” de la planta, se debe prestar atención en los tiempos de mantenimiento, sin tener que llegar a una parada total por ruptura o para mantenimiento correctivo en tiempos no estipulados por el área correspondiente.

#### 3.1.3.2. Complejidad del equipamiento

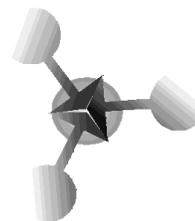
Los reactores de interior de vidrio se consiguen en empresas extranjeras en modelos standard, lo que indica que para los requerimientos de producción, los equipos pueden venir con una capacidad excesiva trabajando con capacidad ociosa.

Si bien los equipos que disponen las metalmecánicas en su gran mayoría son standard, también se realizan equipos a pedido manteniendo características con la cual puedan responder ante una avería.



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



## 3.2. INGENIERÍA DEL PROYECTO

En el proceso planteado en este proyecto se establece que la polimerización del ácido láctico se desarrolla en el primer reactor por policodensación para formar un prepolímero, y posteriormente, en el segundo reactor la polimerización por rompimiento de anillo (ROP), dando como resultado la formación del producto final, un biopolímero de alto peso molecular.

### 3.2.1. Policodensación del ácido láctico

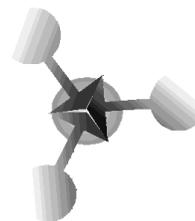
En la polimerización por condensación, la reacción toma lugar entre dos moléculas polifuncionales para producir una gran molécula polifuncional con posible eliminación de pequeñas moléculas como el agua.

La policodensación de ácido láctico se realiza, por lo general, en masa por destilación del agua de condensación, con o sin catalizador, mientras el vacío y la temperatura aumentan de forma progresiva. Aunque los poliésteres de alto peso molecular y buenas propiedades mecánicas son difíciles de obtener, las propiedades de los oligómeros de ácido láctico pueden ser controladas por el uso de diferentes catalizadores y agentes de funcionalización, o por la variación de las condiciones de polimerización. Este enfoque fue desarrollado por Carothers y es todavía utilizado por Mitsui Chemicals Inc. Toatsu para la fabricación de un polímero de bajo a intermedio peso molecular.

La mayor desventaja de esta técnica de síntesis es que no produce PLA de alto peso molecular, debido a su complicación en la eliminación de impurezas y agua. Otras desventajas de esta técnica son la necesidad de grandes reactores, evaporación, recuperación de disolventes y el aumento de racemización.

### 3.2.2. Polimerización por rompimiento de anillo

La IUPAC (International Unión of Pure and Applied Chemistry), en un compendio de tecnología química, describe la polimerización por rompimiento de anillo (ROP) como una polimerización en la que a partir de un monómero cíclico se obtiene una unidad monomérica que es acíclica o contiene menos cantidad de ciclos que el monómero. ROP es el método más utilizado para la



producción de poliésteres biodegradables. En la mayoría de los casos los iniciadores utilizados en ROP son especies polares o iónicas con las que los monómeros puedan reaccionar.

Esta polimerización ha sido realizada con éxito bajo diversos métodos, tales como solución, en masa, fusión o suspensión. Para uso industrial y comercial a gran escala, es preferible hacer la polimerización en masa y fusión con bajos niveles de catalizadores no tóxicos. El mecanismo involucrado en ROP puede ser iónico (aniónico o catiónico) o coordinación-inserción, el cual depende del sistema catalítico que se use.

Se ha encontrado que el trifluorometano, ácido sulfónico y su éster metílico son los únicos iniciadores catiónicos que se conocen para polimerizar lacturo. Las polimerizaciones aniónicas de lacturo proceden por la reacción nucleófila del anión con el grupo carbonilo y la posterior ruptura del enlace acilo-oxígeno, lo cual produce un grupo alcóxido final que continúa propagándose (Figura 4.1).

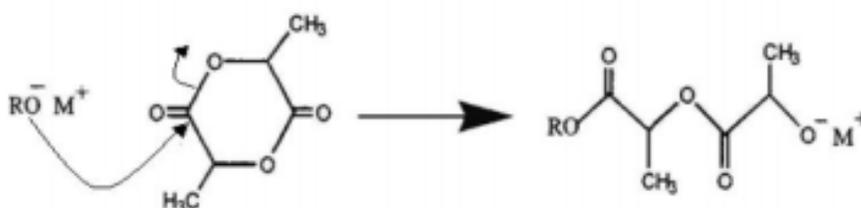
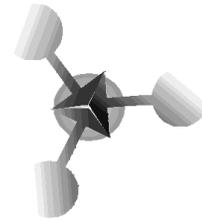


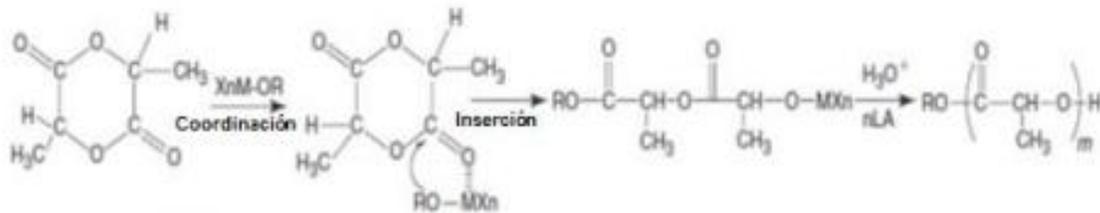
Figura 3.1 Mecanismo de polimerización del PLA

El iniciador más utilizado para la polimerización del PLA es el octoato de estaño con un alcohol (metanol, etanol, propanol, butanol, isopropanol, isobutanol). Esto se debe a su alta eficiencia catalítica, baja toxicidad, contacto aprobado con alimentos y drogas y capacidad de dar altos pesos moleculares con baja racemización. El mecanismo de la polimerización con octoato de estaño inicia a partir de compuestos que contienen grupos hidroxilo, como agua y alcoholes, que están presentes en el lacturo alimentado o se pueden agregar. La Figura 4.2 muestra que el mecanismo global es del tipo de "coordinación-inserción", que ocurre en dos pasos: En primer lugar, se forma un complejo entre el monómero y el iniciador, seguido de una reordenación de los enlaces covalentes y, a continuación, el monómero se inserta dentro del enlace oxígeno-metal del iniciador, su estructura cíclica es abierta a través de la ruptura del enlace acilo-oxígeno, por lo tanto el metal se incorpora con un enlace alcóxido en la cadena de propagación.

Se ha encontrado que el rendimiento de polimerización y el efecto de transesterificación se ven afectados por diferentes parámetros, tales como la temperatura, tiempo de polimerización, proporción monómero/catalizador y el tipo de catalizador. La interacción entre el tiempo y la temperatura es muy significativa en términos de limitar las reacciones de degradación, que



afectan el peso molecular y la cinética de reacción. También se ha demostrado que la longitud de la cadena está controlada por la cantidad de impurezas.



Donde R= grupo alquilo

Figura 3.2 mecanismo de coordinación - inserción

### 3.3. DESCRIPCIÓN DE LAS DISTINTAS ETAPAS DE PROCESO

#### 3.3.1. Descripción del proceso etapa por etapa

La materia prima e insumos atraviesan una serie de etapas que se pueden resumir en: recepción y almacenamiento de materiales, prepolimerización, destilación al vacío, polimerización, extrusión, embolsado, control de calidad, almacenaje y posterior despacho a cada empresa demandante.

Los diferentes insumos y materia prima, una vez que llegan a la planta, deben ser inspeccionados y luego analizados en el laboratorio para asegurar las características y propiedades de los mismos. Una vez realizados los pasos anteriores se llevan las mercancías a la zona de depósito donde es almacenada hasta que sean ingresados en la línea de producción.

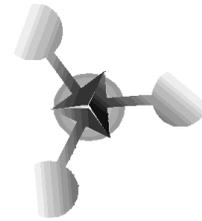
El agua que se usa en el generador de vapor es analizada previamente a recibir un tratamiento para que sea apta para la obtención del vapor de producción. El agua tratada se bombea a un tanque que alimenta la caldera humotubular y a un tanque “pulmón” del anterior. El vapor que se produce es usado como medio de calefacción de los dos reactores y para el eyector (encargado de generar vacío).

El ácido láctico desde los bulks se alimenta mediante una bomba a los tanques de alimentación de proceso que se encuentran al inicio de la línea de producción. Los mismos son tres tanques de la misma capacidad. Desde estos se alimenta al primer reactor por medio de una bomba centrífuga. Antes del ingreso al reactor se precalienta mediante un intercambiador de casco y tubos usando vapor saturado.



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



El ácido láctico ingresado al reactor, reaccionando a una temperatura de 140 °C (por calefacción mediante vapor saturado de 9 kg/cm<sup>2</sup>) y un vacío de 25 mmHg, dando por policondensación el lacturo (dímero del ácido láctico) y liberación de agua. Esta última sustancia, en forma de vapor, se envía a la torre de vacío acompañada por aire aspirado por el vacío generado en el eyector, previamente separado en un tanque de separación para evitar que el agua sea aspirada por el eyector y sólo siga tal camino el aire o incondensables dentro de los equipos que trabajan con vacío.

El ácido láctico es pre-polimerizado por la elevada temperatura y baja presión. El resultado de la reacción es el dímero que es el monómero para la reacción de polimerización y obtención del biopolímero en el otro reactor.

El lacturo junto con el resto de los componentes que han quedado de la reacción (ácido láctico L no reaccionado, ácido láctico D, lacturo y trazas de agua) son conducidos a un tanque de almacenamiento temporal, para luego ser bombeado al destilador por vacío donde se separan. De allí el ácido láctico residual (D + L) es recircula a un tanque de almacenamiento para su posterior venta como subproducto.

El monómero (LACTURO) sigue su camino mediante bombeo hacia un tanque de almacenamiento de monómero para luego, en el momento adecuado, ser bombeado al siguiente reactor.

En el reactor de polimerización el monómero es mezclado con el catalizador Octoato de Sn, donde se transforma en PLA de alto peso molecular, a la misma temperatura (140°C) del primer reactor pero a presión atmosférica. El catalizador líquido es bombeado mediante una bomba centrífuga, en solución de metanol al 5%. Luego es recuperado, almacenado y recirculado hacia el reactor.

El biopolímero (PLA HW) obtenido es bombeado mediante una bomba de engranaje a la extrusora donde se transforma en pellets de 3 mm.

El polímero en forma de pellets se coloca en bolsas de 25 kg. El embolsado se hace en simultáneo con el pesaje. Las bolsas llenas con la cantidad adecuada son cerradas manualmente mediante sellado con una cinta adhesiva por calor, las cuales una vez selladas son inspeccionadas para verificar que no existan pérdidas de material.

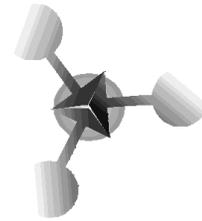
Parte del material que no se embolsa se envía al laboratorio de control de calidad para realizarle las pruebas correspondientes y determinar que el producto es apto para la venta.

Las bolsas se van apilando en los pallets en forma de ladrillos 2X3 (apto para una mejor estabilidad), con una cantidad máxima de 20 (veinte) bolsas por pallet. Luego son sujetas por



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



flejes de plástico y posteriormente envueltas por film contraíble. Todas estas medidas son para mejorar la estabilidad del palletizado para su manejo y transporte.

Los pallets ya armados son trasladados a la zona de almacenaje a la espera de ser cargados en los camiones para que salgan a reparto.

### 3.4. BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

En esta sección se da una breve descripción de cada uno de los equipos utilizados, más sobresalientes, en la planta industrial. Al final de cada explicación se puede ver una imagen (meramente ilustrativa) de cada equipo.

#### 3.4.1. Equipos de proceso

- **Bombas centrífugas**

Estos equipos se usan en varias etapas del proceso para impulsar los diferentes fluidos, ya que ofrecen los siguientes beneficios:

- Flujo sostenido a presiones uniformes sin variación de carga
- Diseño simple
- Bajo costo inicial
- Gran rango de H-Q
- Marcha suave y silenciosa
- Flexibilidad de aplicaciones

Las bombas que se encuentren en contacto con el ácido láctico (alimentación a proceso, reflujos u otras conducciones) deben ser de acero inoxidable por el efecto corrosivo de tal reactivo.



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.

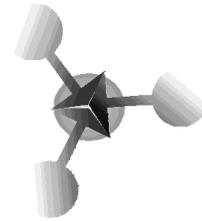


Figura 3.3 Bomba centrífuga

- **Intercambiador de casco y tubo**

El intercambiador utilizado es de carcasa y tubo. Este es apropiado para las características de las corrientes y las condiciones de operación (las corrientes a enfriar y calentar son líquidas, no poseen una temperatura demasiado elevada ni se requiere un salto térmico muy grande, no hay grandes presiones). Se trata además de los cambiadores más versátiles y usados en la industria química.

Este intercambiador está compuesto por una carcasa cilíndrica en cuyo interior se dispone un haz de tubos de pequeño diámetro paralelamente al eje del cilindro. En los extremos del haz de tubos se dispone de cabezales que, mediante unas placas apropiadamente dispuestas, obligan al fluido que circula por el interior de los tubos a recorrer un camino sinuoso por el haz de tubos. Los cabezales pueden retirarse con cierta facilidad para proceder a la limpieza del intercambiador y a su reparación si fuese necesario. Asimismo, diversos tabiques deflectores colocados en la carcasa hacen que el fluido externo circule en dirección lo más perpendicular posible al haz de tubos, mejorándose la transmisión de calor. El intercambiador de carcasa y tubos se usa más frecuentemente para líquidos y altas presiones.

Este tipo de equipo se encuentra antes del ingreso al reactor de prepolimerización, para poder precalentar la solución para su posterior concentración y reacción.

El mismo es un equipo que se calefacciona con vapor saturado de línea de 9 kg/cm<sup>2</sup> por el lado de carcasa. Por tubos se envía la solución de ácido láctico. La configuración de flujo es en contracorriente y es un tipo de intercambiador 1 -2 (un paso en carcasa y dos en tubos).

Se confecciona en acero inoxidable para evitar la pronta corrosión del equipo por el contacto con la materia prima.

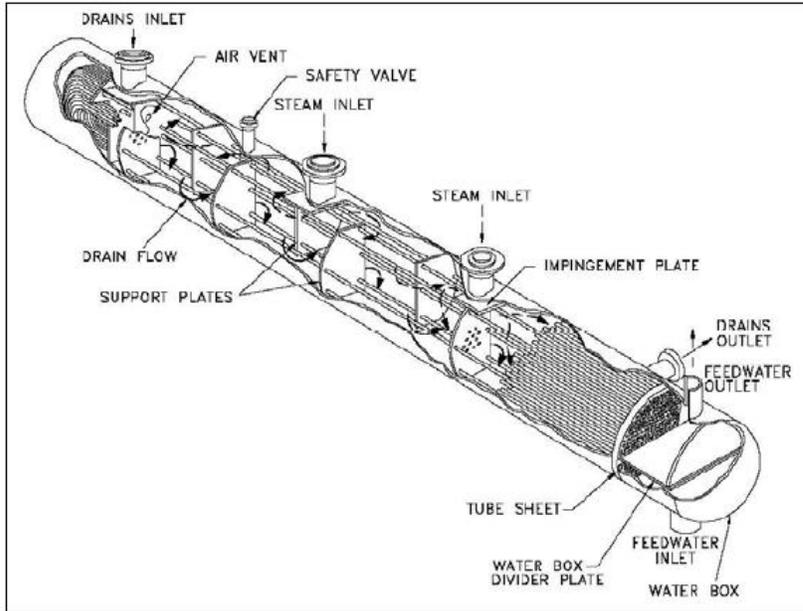
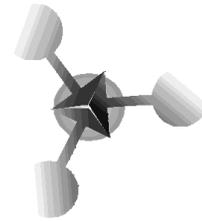


Figura 3.4 Intercambiador de casco y tubo

- **Reactor de prepolimerización (policondensador)**

Este reactor consta de un recipiente interno de acero inoxidable cubierto por una camisa para la calefacción de la mezcla reaccionante, por medio de vapor saturado, y un agitador de tipo axial de aspas inclinadas ó de tipo helicoidal de doble hélice si el volumen de reactor supera un mínimo de  $4 \text{ m}^3$ .



Figura 3.5 Agitador de tipo axial de aspas inclinadas



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.

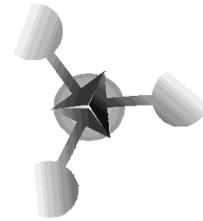


Figura 3.6 Agitador helicoidal de doble hélice

El interior en general es vidriado, ya que esto evita que el polímero que se está generando se incruste en imperfecciones del material, en caso de que el interior sea de acero inoxidable, este debe tener una superficie perfectamente lisa para evitar el problema antes mencionado.

Consta de varios ingresos para reactivos, agitador, salidas para extracción y reflujos; y de salidas inferiores para toma de muestra o extracción del polímero.



Figura 3.7 Reactor de prepolimerización (policondensador)

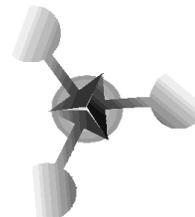
- **Intercambiador de casco y tubo para enfriamiento de ácido láctico residual**

Un intercambiador de casco y tubo con construcción en acero inoxidable se utiliza para el enfriamiento del ácido láctico separado y recuperado como recirculación desde la torre de



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



destilación para ser almacenado. Este intercambiador es un equipo igual al utilizado en el precalentamiento del ácido láctico.

El mismo funciona con flujo por tubos del ácido láctico (D + L) y con agua por carcasa como medio de enfriamiento. Es del tipo 1 – 2 (un paso en carcasa y dos en tubos).

- **Torre de destilación al vacío**

Este equipo separa 3 (tres) componentes que salen como una sola corriente de flujo del reactor de policondensación: ácido láctico que no ha reaccionado, agua de alimentación y de formación y el monómero (lacturo).

La operación unitaria de destilación es un método que se usa para separar los componentes de una solución líquida, el cual depende de la distribución de estos componentes entre una fase de vapor y una fase líquida. Los distintos componentes están presentes en las dos fases. La fase de vapor se origina de la fase líquida por vaporización en el punto de ebullición.

Existen diferentes tipos de destilación, estas son: Destilación Simple, Destilación Fraccionada, Destilación al Vacío, Destilación Azeotrópica, Destilación por Arrastre de Vapor y Destilación Mejorada.

La torre del proceso realiza una Destilación al Vacío, la cual genera un vacío parcial dentro del sistema de destilación, permitiendo destilar los componentes por debajo de su punto de ebullición normal. De esta forma, se evita la descomposición del ácido láctico a la temperatura de reacción. Otro motivo es para mejorar la separación del agua que acompaña a los otros componentes (ácido y monómero).

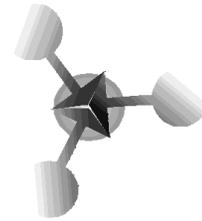


Figura 3.8 Torre de destilación.

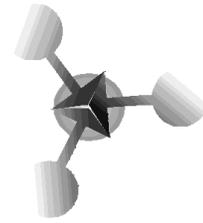
- **Reactor de polimerización**

Este tipo de reactor es calentado por medio de vapor saturado, que fluye en la camisa. Sus condiciones de presión son menos exigentes o en algunos casos puede presentar un valor cercano a la presión atmosférica.

Por la parte superior está el ingreso del agitador de tipo helicoidal, ya que el aumento de viscosidad es mucho más marcado que en el policondensador. El motivo anterior también lleva a que este equipo lleve colocados deflectores.



Figura 3.9 Reactor de estaño (polimerización ROP).



El agitador helicoidal es reconocido como uno de los mejores agitadores para fluidos de alta viscosidad y en funcionamiento laminar. Este es uno de los más eficientes.

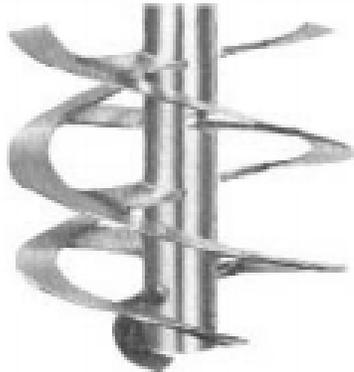


Figura 3.10 Agitador de doble cinta helicoidal.

El agitador de doble cinta helicoidal es apropiado para la transferencia de calor y para la mezcla de líquidos. La eficacia en aplicaciones de transmisión de calor es el doble que otros agitadores como el de ancla, y para la homogenización, entre 5 y 10 veces mayor, factores que pueden reducir los costes de operación y el tiempo de proceso. Ello se debe principalmente al movimiento que genera en el fluido en su rotación (Figura 4.11).

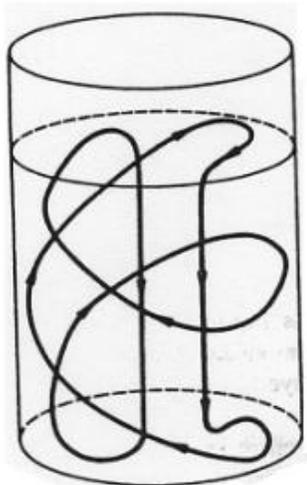
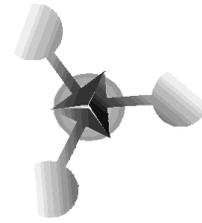


Figura 3.11 Campo principal de flujo debido a un agitador helicoidal.



- **Bomba de engranajes: de tipo gusano**

Se utilizan en la última etapa del proceso, después de la polimerización propiamente dicho, para transportar el polímero viscoso a la extrusora para formar los pellets de PLA para su posterior embolsado.

Estos equipos son una modificación de las bombas de engranajes helicoidales. El líquido se alimenta en el centro o en los extremos de los rotores según la dirección de rotación y avanza axialmente en las cavidades formadas por las muescas o dientes.

Las bombas de gusano están adaptadas para producir grandes elevaciones de presión, por ejemplo, 6.895 MPa (1.000 lbf/in<sup>2</sup>) sobre todo al manejar líquidos viscosos no abrasivos. Se caracteriza, principalmente, por poseer una descarga de tipo continua.

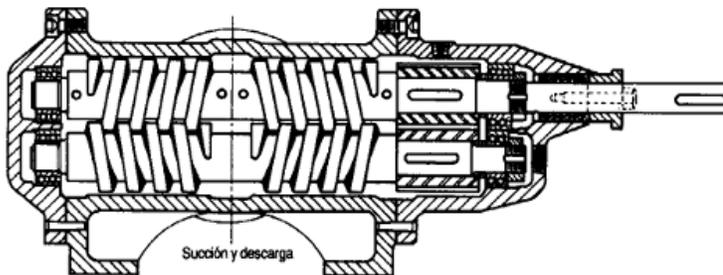


Figura 3.12 Bomba de engranajes (de tipo gusano)

- **Extrusora/ Pelletizadora**

Este equipo es el encargado de recibir la pasta o fundido de PLA HW (PLA de alto peso molecular); lo alimenta a unas boquillas que lo transforman en una especie de “fideos”, luego estos se enfrían y pasan a la pelletizadora.

La segunda parte de este equipo es la encargada de transformar esos “fideos” largos en gránulos o pellets de biopolímero por medio de cuchillas, para luego ser embolsados.



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.

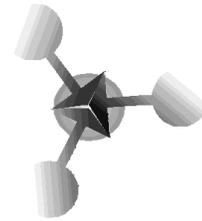


Figura 3.13 Extrusora/ Pelletizadora

### 3.4.2. Equipos de servicios

- **Caldera humotubular**

La caldera de servicio es del tipo humotubular que produce vapor saturado, con una presión de servicio necesaria de  $9 \text{ kg/cm}^2$  ( $T_s=175 \text{ }^\circ\text{C}$ ) para el calentamiento de la mezcla reaccionante y productos de la reacción de los reactores de prepolimerización y polimerización, servicios de calefacción, generación de vacío por medio de eyectores, entre otros.

La instalación de una o más calderas de este tipo dependerá de la demanda de producto en el mercado consumidor. Por el momento, se colocará una caldera.

- **Eyector (con vapor)**

Este equipo es el encargado de generar el vacío necesario en las unidades que trabajan con presiones por debajo de la presión atmosférica.

Existen variados materiales de construcción de estos equipos, dependiendo de la composición del fluido a extraer. En este caso se cree conveniente el uso de un eyector de acero inoxidable 304L, por la presencia de vapores de ácido láctico en la corriente de salida: vapor de agua, aire y vapor de ácido láctico (trazas).

Para conseguir el vacío necesario se deben hacer arreglos de eyectores de 3 (tres) saltos de eyectores simples.

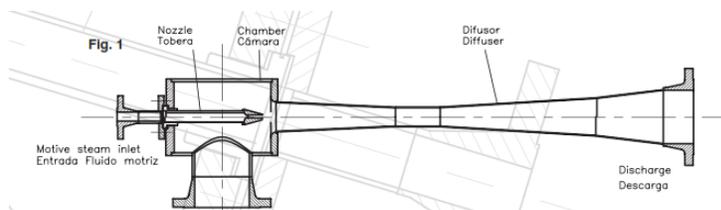
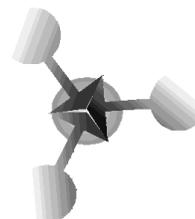


Figura 3.14 Eyector

### 3.4.3. Almacenamiento de materia prima o subproductos

- **Tanques de almacenamiento de ácido láctico**

Los “bulks” o envases de ácido láctico deben ser trasvasados a tanques de acero inoxidable para que la materia prima pueda ser almacenada y bombeada al proceso.

Cómo mínimo se requieren 3 (tres) tanques de almacenamiento de 1.000 litros (ó 1.200 kg) cada uno para poder suplir la alimentación para un día de producción.

El material ideal es acero inoxidable 304 ó 304L.

Para la corriente de ácido láctico recirculado (enriquecido en el isómero D) también se requiere 1 (uno) tanque de acero inoxidable 304 ó 304L.

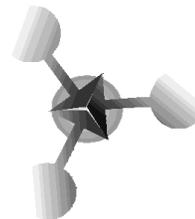
Todos los tanques de acero inoxidable son del material especificado, de bajo espesor y de tipo corrugado (mayor resistencia), ya que los mismos son de menor costo que uno de tipo industrial.

Entre cada etapa batch existen tanques de almacenamiento temporal para acumular y poder controlar la producción aguas abajo. Los mismos se encuentran a continuación de cada reactor, uno por cada equipo.

- **Tanque de almacenamiento de productos de policondensación**

En este tanque se dispone, por un periodo de tiempo, los productos de la reacción para poder controlar la producción en el tiempo adecuado para alcanzar los objetivos de la misma.

Se debe diseñar de acero inoxidable porque la corriente de salida del reactor aun posee en su composición ácido láctico no reaccionado del tipo (L) y del tipo (D). Estos dos compuestos son



los que serán luego separados en la torre de destilación para ser almacenados como subproducto, para su posterior venta como tal.



Figura 3.15 Tanque de almacenamiento

- **Tanque de catalizador**

Este tanque posee la mezcla en la proporción adecuada de octoato de estaño y metanol para ser alimentada al reactor de polimerización.

Contiene una carga suficiente para poder reemplazar totalmente la carga contenida en el reactor. Por ende su capacidad es del doble de la necesaria para la reacción.

Se construye en acero inoxidable 304L para mayor resistencia por cuestión de duración y seguridad de la producción.

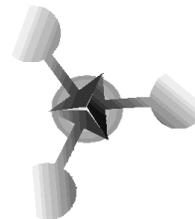
La mezcla se mantiene homogénea por medio de un agitador.

- **Tanque de almacenamiento de ácido láctico residual**

Este tipo de tanque de acero inoxidable se usa con la intención del almacenar el ácido láctico residual (D + L) del lote de producción y luego poder ser vendido como subproducto a un menor precio.

- **Tanque de separación**

Es el encargado de lograr la separación del agua (formación y evaporada) y aire extraído de los equipos que trabajan bajo vacío.



### 3.5. MEMORIA DE CÁLCULO

#### 3.5.1. Diseño de equipos de procesos

A continuación se describe los cálculos llevados a cabo para el diseño del reactor de prepolimerización. El mismo consta de un recipiente con camisa de calefacción (menor costo y más fácil mantenimiento que un calentamiento por medio de serpentines) y agitador de tipo espas inclinadas.

##### 3.5.1.1. Diseño del reactor de policondensación (prepolimerización)

Los cálculos presentados a continuación describen como se llegó al diseño interno (presión, temperatura de reacción, concentraciones y tiempo de reacción) del reactor, el cual se trata de un equipo tipo semibatch o semidiscontinuo. Éste es el que mejor se adapta al tipo de reacción: policondensación (eliminación de un producto de reacción: agua).

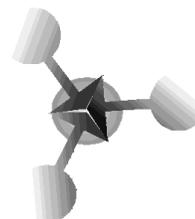
Para poder llegar al diseño adecuado para este sistema reaccionante se recurrió al uso de los balances de masa para cada una de las sustancias reactivas y sus productos. Se debieron hacer los despejes que se observan en las ecuaciones a continuación y hacer uso del método de incrementos finitos para la resolución del sistema de ecuaciones que se obtuvo.

#### Ecuaciones básicas

$$-r_A = k^* C_A^2 \quad \text{Ecuación 3.1}$$

$$r_L = r_{H_2O} = \frac{-r_A}{(-2)} \quad \text{Ecuación 3.2}$$

$$-r_A * V = V * \frac{dC_A}{d\theta} + C_A * \frac{dV}{d\theta} \quad \text{Ecuación 3.3}$$



$$-r_L * V = V * \frac{dC_L}{d\theta} + C_L * \frac{dV}{d\theta} \text{ Ecuación 3.4}$$

$$F_V * C_{H2O}^* - r_{H2O} * V = V * \frac{dC_{H2O}}{d\theta} + C_{H2O} * \frac{dV}{d\theta} = 0 \text{ Ecuación 3.5}$$

### Datos

Con el uso de las ecuaciones siguientes se obtuvieron los datos de la tabla de datos iniciales:

Consumo de A.L. (kg de L) = (Producción diaria (kg PLA) / rendimiento)\*100

Consumo de A.L. (kg L+D) = Consumo de A.L. (kg de L) / (relación L/D)

Consumo de A.L. solución (kg) = Consumo de A.L. (kg L+D) / (% p/p)

Consumo por seguridad (kg) = Consumo de A.L. solución (kg) / 0,95

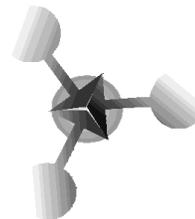
Tabla 3.2 Datos iniciales para el Diseño.

| DATOS INICIALES                 | Valores      |
|---------------------------------|--------------|
| Producción diaria (10 años); Kg | 1.344        |
| Rendimiento global ; %          | 70           |
| Consumo de Ac. Láctico ; l      | 1,92         |
| Relación isómeros L/D           | 0,95         |
| Consumo de Ac. Láctico (L,D)    | 2.021,05     |
| Consumo de solución A. L.       | 2.377,71     |
| Consumo por seguridad           | 2.502,85     |
| Densidad ; kg/m <sup>3</sup>    | 1.200        |
| C <sub>0</sub> ; %p/p           | 0,85         |
| C <sub>0</sub> ; mol/l          | 11,323268    |
| C <sub>i</sub> ; %p/p           | 0,95         |
| C <sub>i</sub> ; mol/l          | 12,655417    |
| Ma ; kg/kmol                    | <b>90,08</b> |
| Ml ; kg/kmol                    | <b>162</b>   |
| Magua ; kg/kmol                 | <b>18</b>    |
| Coef. Ac. Láctico               | <b>-2</b>    |
| Coef. Lacturo                   | <b>1</b>     |
| Coef. Agua                      | <b>1</b>     |
| R ; atm l /K mol                | <b>0,082</b> |



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



Para obtener el volumen del reactor se hace uso de la siguiente ecuación:

$V_r = \text{consumo de ácido láctico sol. (Kg)} / \text{Densidad de la solución (kg/m}^3\text{)}$

|                                    |                  |                 |
|------------------------------------|------------------|-----------------|
| <b>Volumen de reactor (m3) (l)</b> | <b>2,0857096</b> | <b>2.085,71</b> |
|------------------------------------|------------------|-----------------|

Para una correcta reacción se debe recurrir a una concentración de la solución desde la concentración inicial de 85 (%p/p) hasta una concentración de 95 (%p/p). Para ello se debe eliminar 263.5 kg de agua, lo que nos deja una solución de 2.240 kg.

Con este valor y haciendo uso de la relación:

$V_{re} = \text{consumo de A.L. sol. Conc. (kg)} / \text{densidad de la solución (kg/m}^3\text{)}$

|  |                  |                 |
|--|------------------|-----------------|
| <b>Volumen después de conc. (m3) (l)</b> | <b>1,8661612</b> | <b>1.866,16</b> |
|--|------------------|-----------------|

Para lograr una agitación eficiente y exponer una mayor superficie para evaporación, la relación de recomendada de altura del tanque  $h$  a diámetro  $D$  es 1:1 ó mejor:

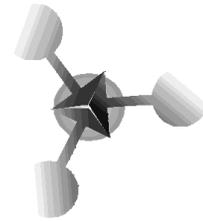
$$h = 1,5 * D \text{ Ecuación 3.6}$$

El diámetro del tanque se calculó con el volumen de la masa reaccionante después de la concentración  $V_r$ , el cual es de 1.8 m<sup>3</sup> y es igual al volumen de un cilindro:

$$V_r = \frac{(\pi * D^2 * h)}{4} \text{ Ecuación 3.7}$$

Reemplazando y despejando el diámetro nos dan las siguientes dimensiones:

|                   |                  |                 |
|-------------------|------------------|-----------------|
| <b>D (m) (mm)</b> | <b>1,3848166</b> | <b>1.384,82</b> |
| <b>h (m) (mm)</b> | <b>2,0772249</b> | <b>2.077,22</b> |



### 3.5.1.1.1. Balances de masa

- **Ácido láctico**

$$-r_A * V = V * \frac{dC_A}{d\theta} + C_A * \frac{dV}{d\theta}$$

$$-r_A * V = V * \frac{dC_A}{d\theta} + C_A * F_{V(H2O)}$$

$$-r_A = \frac{dC_A}{d\theta} + C_{A0} * (1 - X_A) * \frac{F_{V(H2O)}}{V}$$

Ecuación 3.8

$$\frac{dC_A}{d\theta} = -r_A - C_{A0} * (1 - X_A) * \frac{F_{V(H2O)}}{V}$$

$$\Delta C_A = \left( k * C_{A0}^2 * (1 - X_A)^2 - C_{A0} (1 - X_A) * \frac{F_{V(H2O)}}{V} \right) \Delta \theta$$

$$\Delta C_A = \bar{Z}_A * \Delta \theta$$

- **Lacturo**

$$-r_L * V = V * \frac{dC_L}{d\theta} + C_L * \frac{dV}{d\theta}$$

$$-r_L * V = V * \frac{dC_L}{d\theta} + C_L * F_{V(H2O)}$$

$$\frac{r_A}{2} = \frac{dC_L}{d\theta} + C_L * \frac{F_{V(H2O)}}{V}$$

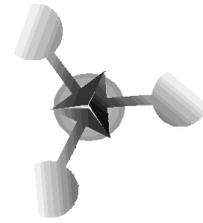
Ecuación 3.9

- $$\frac{dC_L}{d\theta} = \frac{r_A}{2} - \frac{C_A X_A}{2} * \frac{F_{V(H2O)}}{V}$$

$$dC_L = \left( \frac{k * C_A^2}{2} - \frac{C_{A0} X_A}{2} * \frac{F_{V(H2O)}}{V} \right) d\theta$$

$$\Delta C_L = \left( \frac{k * C_{A0}^2 * (1 - X_A)^2}{2} - \frac{C_{A0} X_A}{2} * \frac{F_{V(H2O)}}{V} \right) \Delta \theta$$

$$\Delta C_L = \bar{Z}_L * \Delta \theta$$



- **Agua**

$$-F_V * C_{H2O}^* - r_{H2O} * V = V * \frac{dC_{H2O}}{d\theta} + C_{H2O} * \frac{dV}{d\theta} = 0$$

(no.hay.acumulación)

$$-F_V * C_{H2O}^* - r_{H2O} * V = 0$$

( $C_{H2O}^* = 1$ .sale.sólo.agua)

- $F_{mH2O} = -r_{H2O} * V$

Ecuación 3.10

$$F_{mH2O} = -\frac{r_A * V}{2}$$

$$F_{mH2O} = -\frac{k * C_A^2 * V}{2}$$

$$F_{mH2O} = -\frac{k * C_{A0}^2 (1 - X_A)^2 * V}{2}$$

Tabla 3.3 Datos de reacción.

| DATOS DE REACCIÓN            |        |
|------------------------------|--------|
| Conversión requerida         | 0,85   |
| K(T) ----- K'(140) {l/mol h} | 0,1895 |
| orden (n)                    | 2      |

Tabla 3.4 Datos operativos.

| DATOS OPERATIVOS     |     |            |
|----------------------|-----|------------|
| Temp. (°C) (K)       | 140 | 413        |
| Presión (mmHg) (atm) | 25  | 0,03289474 |

Resolviendo el sistema de ecuaciones con el uso del método de incrementos finitos en una planilla de Excel se llegaron a los siguientes datos de importancia:



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.

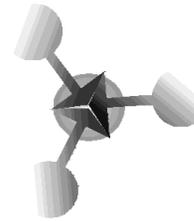
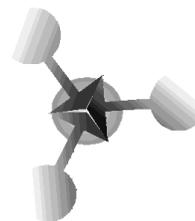


Tabla 3.5 Tabla de incremento finito.

| <b>Xa</b>   | <b>FmH2O</b>      | <b>FvH2O</b>      | <b>-rA</b> | <b>ZA</b> | <b>Zamedio</b>   | <b>Ca</b>        | <b>Δθ</b>        |
|-------------|-------------------|-------------------|------------|-----------|------------------|------------------|------------------|
| <b>0</b>    | <b>-28319,223</b> | <b>-31979154</b>  | 30,350242  | 15,175121 | <b>15,175121</b> | <b>12,655417</b> | <b>0,8339582</b> |
| 0,05        | <b>-25558,099</b> | <b>-28861187</b>  | 27,391094  | 4906,7663 | 2460,9707        | 12,022647        | <b>0,0048853</b> |
| 0,1         | <b>-22938,571</b> | <b>-25903115</b>  | 24,583696  | 8795,4217 | 6851,094         | 11,389876        | <b>0,0016625</b> |
| 0,15        | <b>-20460,639</b> | <b>-23104939</b>  | 21,92805   | 11762,466 | 10278,944        | 10,757105        | <b>0,0010465</b> |
| <b>0,2</b>  | <b>-18124,303</b> | <b>-20466659</b>  | 19,424155  | 13889,226 | 12825,846        | 10,124334        | <b>0,0007894</b> |
| <b>0,25</b> | <b>-15929,563</b> | <b>-17988274</b>  | 17,072011  | 15257,025 | 14573,126        | 9,4915631        | <b>0,0006513</b> |
| 0,3         | <b>-13876,419</b> | <b>-15669785</b>  | 14,871619  | 15947,19  | 15602,108        | 8,8587922        | <b>0,0005678</b> |
| 0,35        | <b>-11964,872</b> | <b>-13511193</b>  | 12,822977  | 16041,045 | 15994,117        | 8,2260213        | <b>0,0005143</b> |
| 0,4         | <b>-10194,92</b>  | <b>-11512495</b>  | 10,926087  | 15619,916 | 15830,481        | 7,5932504        | <b>0,0004797</b> |
| <b>0,45</b> | <b>-8566,565</b>  | <b>-9673694,1</b> | 9,1809483  | 14765,128 | 15192,522        | 6,9604796        | <b>0,0004582</b> |
| <b>0,5</b>  | <b>-7079,8058</b> | <b>-7994788,5</b> | 7,5875606  | 13558,006 | 14161,567        | 6,3277087        | <b>0,0004468</b> |
| 0,55        | <b>-5734,6427</b> | <b>-6475778,7</b> | 6,1459241  | 12079,876 | 12818,941        | 5,6949378        | <b>0,0004443</b> |
| 0,6         | <b>-4531,0757</b> | <b>-5116664,6</b> | 4,8560388  | 10412,063 | 11245,97         | 5,062167         | <b>0,0004501</b> |
| 0,65        | <b>-3469,1048</b> | <b>-3917446,4</b> | 3,7179047  | 8635,8924 | 9523,9779        | 4,4293961        | <b>0,0004651</b> |
| <b>0,7</b>  | <b>-2548,7301</b> | <b>-2878123,9</b> | 2,7315218  | 6832,6889 | 7734,2907        | 3,7966252        | <b>0,0004909</b> |
| <b>0,75</b> | <b>-1769,9514</b> | <b>-1998697,1</b> | 1,8968901  | 5083,7782 | 5958,2336        | 3,1638544        | <b>0,000531</b>  |
| 0,8         | <b>-1132,7689</b> | <b>-1279166,2</b> | 1,2140097  | 3470,4854 | 4277,1318        | 2,5310835        | <b>0,0005918</b> |
| 0,85        | <b>-637,18252</b> | <b>-719530,97</b> | 0,6828805  | 2074,136  | 2772,3107        | 1,8983126        | <b>0,0006847</b> |
| 0,9         | <b>-283,19223</b> | <b>-319791,54</b> | 0,3035024  | 976,05506 | 1525,0955        | 1,2655417        | <b>0,0008298</b> |
|             |                   |                   |            |           |                  | Horas            | <b>0,849118</b>  |
|             |                   |                   |            |           |                  | Segundos         | <b>3056,824</b>  |
|             |                   |                   |            |           |                  | Minutos          | <b>50,947072</b> |



En resumen, se obtuvieron los siguientes datos de diseño interno:

Tabla 3.6 Datos internos del reactor de prepolimerización.

|                                    |                  |                  |
|------------------------------------|------------------|------------------|
| <b>Volumen de reactor (m3) (l)</b> | <b>2,0857096</b> | <b>2085,7096</b> |
| <b>D (m) (mm)</b>                  | <b>1,3848166</b> | <b>1384,8166</b> |
| <b>h (m) (mm)</b>                  | <b>2,0772249</b> | <b>2077,2249</b> |
| Horas                              | 0,85             | Tiempo           |
| Segundos                           | 3056             | de               |
| Minutos                            | 50,9             | reacción         |

### 3.5.1.1.2. Tiempos muertos - Tiempo total de producción

- **Tiempo de llenado de reactor**

Se calcula en base al volumen de reactor usado para llenarlo con el reactivo (ácido láctico), su temperatura de ingreso y la velocidad másica (o volumétrica) de ingreso del mismo.

Considerando un flujo másico de 417,17 kg/min o 20,86 m<sup>3</sup>/h como corriente de entrada al reactor, al cual deben ingresársele 2.503 kg de solución de ácido láctico, el mismo tendrá la cantidad de materia prima necesaria en un tiempo de 6 (minutos). Esto se logra usando una bomba centrífuga de 3 HP a 3450 rpm.

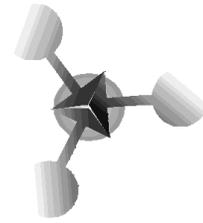
Esta determinación se logra basándose en las gráficas 6.3 (Manual del Ingeniería Perry – Tomo II – Sección 6.7) y 6.7 (Manual del Ingeniería Perry – Tomo II – Sección 6.8). Las mismas se hallan en el Anexo IV, imagen 2 y 4.

- **Tiempo de calentamiento y concentración**

Al inicio el reactivo debe ser calentado a la presión atmosférica hasta los 100 °C para que comience la eliminación de agua por ebullición. Luego, debe mantenerse la temperatura durante un período de tiempo para llevar la concentración de 85% (p/p) hasta un 95% (p/p) para que la reacción se lleve a cabo con alto rendimiento.

Primero se determinan los flujos de calor a entregar para llevar a cabo las dos operaciones: calentamiento y concentración.

Para llevar la mezcla reaccionante a la temperatura de ebullición del agua se deben entregar X Kcal que se determinan con la siguiente ecuación:



$$Q = Cpsol * msol * (Ts - t1) \text{ Ecuación 3.11}$$

Siendo:

Cp: Calor específico de la solución a la presión atmosférica; se obtiene del aporte de cada componente:

$$Cpmsol = Cpa * Xa + CpAL * XAL = 2.419,8J / Kg^{\circ}C \text{ Ecuación 3.12}$$

m: masa de la solución a calentar

Ts: Temperatura de saturación a la presión atmosférica

t1: Temperatura de entrada de la solución al reactor

Entonces, para aumentar la temperatura de la solución hasta la Ts se deben entregar:

Tabla 3.7 Calor sensible para concentración

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| Masa solución (kg) | 2503      |
| Cp (J/Kg*°C)       | 2419,8    |
| Ts (°C)            | 100       |
| t1 (°C)            | 65        |
| Q (J)              | 211986579 |
| Q (Kcal)           | 50666,008 |

Para esa cantidad de calor a entregar se debe calcular la masa de vapor que se consumirá para la operación:

$$Q_{abs} = Q_{ent} = Cpsol * msol * (Ts - t1) = mv * \lambda_{9kg/cm2} \text{ Ecuación 3.13}$$

$$mv1 = 104,3kg\_de\_vapor$$

El flujo de calor que se debe entregar para la eliminación de los Kg de agua para la concentración, se determina de la misma forma pero para condiciones de ebullición del agua:

$$Q = ma * \lambda_{1kg/cm2} = mv * \lambda_{9kg/cm2} \text{ Ecuación 4.14}$$

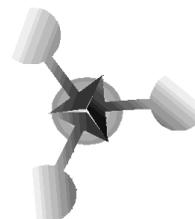


Tabla 3.8 Calor de concentración

|  |           |
|--|-----------|
| Masa agua (kg)                               | 264       |
| $\lambda$ (9 kg/cm <sup>2</sup> )<br>Kcal/kg | 4181      |
| Q (J)  | 1.103.784 |
| Q (Kcal)                                     | 263,81071 |

Para esa cantidad de calor se consumen:

$$mv2 = 0,543kg\_de\_vapor$$

Si consideramos los mismos valores de diseño establecidos para el reactor en condiciones de producción: U (coeficiente de diseño) y A (área de transferencia), podemos establecer el tiempo que nos lleva ambas tareas.

$$q = \bar{U} * A * DMLT \text{ Ecuación 3.15}$$

$$DMLT = \frac{t2 - t1}{\ln \frac{T - t1}{T - t2}} = 91,38^{\circ}C \text{ Ecuación 3.16}$$

Con estas condiciones se pueden entregar:

$$Q = 43.247,53J / s$$

Como la cantidad de calor que deben entregarse para las dos operaciones es:

$$Q = 213.090.363J$$

Haciendo la relación entre el flujo de calor que puede entregarse y el calor aportado por el vapor para lograr las dos operaciones, la cantidad de tiempo en que se logran ambas es:

$$Tiempo = 2,73 \text{ min utos}$$

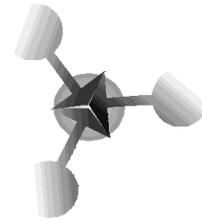
- **Tiempo de vaciado**

Cada vez que se realiza un lote diario de producción (1.314,36 kg PLA LW/día) al reactor de prepolimerización se le deben extraer los kg de prepolímero y subproductos (1.955,83 kg de productos de reacción) a la temperatura de reacción (140 °C) para hacerlos ingresar a la torre de destilación a una presión de 15 mmHg, previamente almacenado temporalmente en un tanque con tal finalidad.



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



Para la extracción se utiliza una bomba centrífuga 3 HP a un flujo másico de 326 kg/min o volumétrico de 17,58 m<sup>3</sup>/h. Con tal equipo el reactor se vacía en un tiempo de 6 minutos.

- **Tiempo de limpieza**

Los tiempos de limpieza comunes para estos reactores en industrias similares están en el intervalo **de 30 – 90 min. Adoptamos 60 min** debido a las dimensiones del equipo y considerando un valor promedio que no retrase la producción de varios lotes, si existieran en un futuro.

### 3.5.1.1.3. Material del reactor

Si bien los reactores de este tipo suelen ser vidriados (interior recubierto de vidrio) para evitar incrustaciones del polímero en el material, se pueden reemplazar por reactores que internamente están construidos de acero inoxidable.

Considerando el menor costo, mayor vida útil y valor residual, se llega a la conclusión que el equipamiento idóneo es de acero inoxidable 304.

### 3.5.1.2. Diseño del sistema de agitación

#### 3.5.1.2.1. Tipo de agitador y velocidad de agitación

Para una correcta homogenización de la mezcla reaccionante y los productos que se va formando, se debe elegir un agitador que se adapte al cambio de viscosidad y al tipo de producto que se va generando en el sistema.

Como el producto de reacción es un polímero de bajo peso molecular ( $P_m=2000$ ) debido a su viscosidad (40,33 cp), según la bibliografía consultada (Manual de Ingeniería Perry – Tomo V – Sección 19.6) es conveniente el uso de un agitador de tipo axial de aspas inclinadas a 45° (Figura 3.17), muy adecuado para flujo laminar y turbulento.

Este agitador es adecuado cuando se desea una elevada velocidad de circulación axial, una buena transferencia de calor y cuando el consumo de energía sea mayor a 2,2 kW (3 hp).



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.

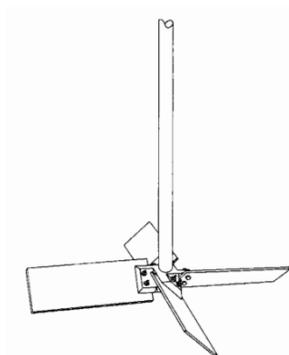
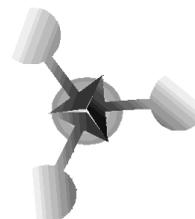


FIG. 19-2 Turbina de espas inclinadas.

Figura 3.16 Agitador de tipo axial de aspas inclinadas a 45°

Los valores prácticos que se recomiendan son (Manual de Ingeniería Química Perry – Tomo V – Sección 19:12):

$$Da:DT = 1:3$$

$$Aas:Da = 1:5$$

$$Lf < H/7$$

Siendo: Da: Diámetro del agitador; DT: Diámetro del reactor; Aas: Ancho de las aspas del agitador; Lf: Distancia desde el fondo del reactor al inicio de las aspas del agitador; H: Altura del líquido en el reactor

Entonces, las dimensiones del agitador para el sistema son las siguientes:

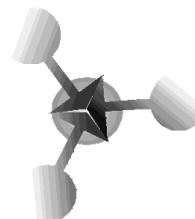
Tabla 3.9 Dimensiones del agitador

| Da (m) | DT (m) | Aas (m) | H (m)  | Lf (m) |
|--------|--------|---------|--------|--------|
| 0,4616 | 1,3848 | 0,0923  | 1,8695 | 0,2671 |

Según datos tabulados, los valores apropiados de velocidades de agitación para la mezcla en cuestión, tomando como viscosidad de referencia la del lacturo (40,33 cp) y el tipo de agitador son:

$$20 < N \text{ (rpm)} < 150$$

Para obtener un nivel de agitación aceptable, buena mezcla reactiva y no provocar mucha turbulencia por la acción negativa que tiene sobre el eje del rodete (mucho esfuerzo), tomamos el menor valor posible  $N = 20$  rpm.



### 3.5.1.2.2. Potencia

Una vez conocida la velocidad de agitación para este sistema, se debe calcular la potencia consumida para poder seleccionar el motor más apropiado.

La potencia teórica para el mezclado está dada por la siguiente ecuación:

$$P = N_p * \rho * N^3 * D_A^5 \text{ Ecuación 3.17}$$

Siendo: P: Potencia, W; N<sub>p</sub>: Número de potencia (se estima con el uso del Re y curvas de N<sub>p</sub> vs. Re); ρ: Densidad del fluido N: Velocidad de agitación (rad/s); D<sub>a</sub>: Diámetro del agitador (m).

Para conocer el N<sub>p</sub> se debe conocer el Re (Número de Reynold) del sistema agitado, el cual se puede determinar con la siguiente expresión:

$$Re = D_a^2 * N * \frac{\rho}{\mu} \text{ Ecuación 3.18}$$

Siendo: D<sub>a</sub>: Diámetro del agitador (m); N: Velocidad de agitación (rad/s); ρ: Densidad del fluido (kg/m<sup>3</sup>) = 1200; μ: Viscosidad del fluido (Pa.s)

$$D_a = 0.4616 \text{ m}$$

$$N = 2.09 \text{ rad/s}$$

$$\rho = 1200 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 0.004033 \text{ Pa.s}$$

$$Re = 287658 \text{ (Flujo turbulento; si } Re > 10000)$$

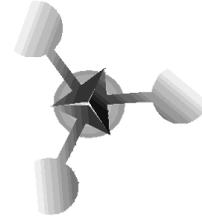
Con el Re y observando las curvas de N<sub>p</sub> vs. Re de acuerdo al tipo de agitador (Imagen 3 del Anexo IV) se determina que el número de potencia o N<sub>p</sub> = 2.

Ahora se debe calcular la Potencia consumida para la correcta selección del motor

$$P = N_p * \rho * N^3 * D_A^5$$

$$P = 459.2 \text{ W} = 0.616 \text{ HP}$$

Como la potencia consumida es menor a 1 kW no es necesario el uso de un motor trifásico. En este reactor se utiliza un motor de inducción monofásico de rotor en jaula de ardilla para el movimiento rotacional del agitador.



De la imagen 5 del anexo IV, perteneciente al catálogo siemens, se puede seleccionar el tipo de motor de acuerdo a la potencia necesaria.

El mismo puede ser el modelo 094-4YB90 (1.800 rpm).

### 3.5.1.2.3. Deflectores

En la mayoría de los sistemas típicos de tanques agitados se recomienda el uso de deflectores o baffles, que son bandas planas verticales colocadas radialmente a lo largo de la pared del tanque para evitar la formación de vórtices. En general, se colocan 4 (cuatro).

En este caso el volumen de reactor y sus dimensiones no sobrepasan los valores prácticos para el uso de los mismos, entonces se pueden obviar. Si se deberían tener en cuenta si el volumen de reactor fuera mayor a 4 m<sup>3</sup>.

### 3.5.1.3. Diseño del sistema de transferencia de calor

Para poder llegar a la selección del área adecuado para llevar a cabo la transferencia de calor necesaria se debe obtener los siguientes datos: Q (cantidad de calor a transferir), U (coeficiente de transferencia de calor) y la DMLT (diferencia de temperatura media logarítmica).

#### 3.5.1.3.1. Q (Cantidad de calor a transferir)

Este valor se obtiene al determinar el calor necesario para mantener el agua de formación en estado vapor, además del calor para que la reacción se realice de forma isotérmica.

En primer lugar se plantea el balance de energía para el reactor, para conocer el flujo de calor que debe ser suministrado por la camisa de calefacción:

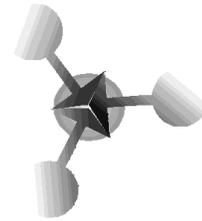
$$\left[ \begin{array}{l} \text{Energía _ Su min istrada _ por _ el} \\ \text{ sistema _ de _ transferencia} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{l} \text{Energía _ consumida} \\ \text{ por _ la _ reacción} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{l} \text{Energía _ de _ los _ productos} \\ \text{ de _ la _ reacción} \end{array} \right]$$

$$Q = -(-\Delta H_{RX}) * (-R_p * V) + F_a * H_a \text{ Ecuación 3.19}$$



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



Donde:

$(-\Delta H_{RX})$ : Energía de polimerización (Negativa, se debe entregar calor) ; J/mol

$R_p$ : Velocidad de polimerización; mol/l\*h

V: Volumen del líquido; l

$F_a$ : Velocidad de flujo molar del agua de formación; mol/h

$H_a$ : Entalpía molar del agua; J/mol

La energía de polimerización se obtuvo con el calor estándar de formación y el cambio de la capacidad calorífica estándar de la reacción.

Para calcular la energía de polimerización se aplica la siguiente ecuación:

$$\Delta H_{RX}(T) = \Delta H_{RX}^{\circ}(Tr) + \int_{Tr}^T \Delta \bar{C}_p * dT \quad \text{Ecuación 3.20}$$

Donde:

$\Delta H_{RX}^{\circ}(Tr)$ : Calor estándar de polimerización a Tr; J/mol

$\Delta \bar{C}_p$ : Cambio global en la capacidad calorífica; J/mol\*K

El calor estándar de cualquier reacción puede calcularse si se conocen los calores estándares de formación de los compuestos que toman parte en la reacción. Para el caso de la policondensación del ácido láctico, estos compuestos son el ácido láctico, lacturo y agua, y el calor de formación de los dos primeros se pueden estimar por contribución de grupos.

Calor de formación del ácido láctico = 617.700 J/mol

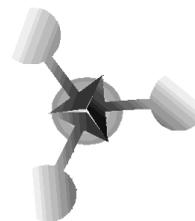
Calor de formación del lacturo = 300.700 J/mol

Calor de formación del agua = 243.000 J/mol

Datos extraídos del proyecto "Diseño de Reactores de Prepolimerización y Polimerización para la Producción de Ácido Poliláctico en una Planta Industrial" \_ Ingeniería Química \_ Facultad de Ingeniería \_ Universidad de Cartagena.

El calor estándar de reacción se puede calcular como la diferencia entre el calor de formación de los productos menos el de los reactivos:

$$\Delta H_{RX}^{\circ}(Tr) = 74.000 \text{ J/mol}$$



Como el calor de formación se establece para un estado gaseoso imaginario, ahora se puede llevar este calor a las condiciones de líquido en el que ocurre la reacción.

$$\Delta H_{RX}^{\circ}(l) = 82.000 \text{ J/mol}$$

El cambio de la capacidad calorífica global se determina con el uso de los  $C_p$  del monómero y los productos de reacción:

$$\int_{T_r}^T \Delta C_p \cdot dT = -10.907,96 \text{ J/mol}$$

Datos extraídos del proyecto "Diseño de Reactores de Prepolimerización y Polimerización para la Producción de Ácido Poliláctico en una Planta Industrial" \_ Ingeniería Química \_ Facultad de Ingeniería \_ Universidad de Cartagena.

Con los datos obtenidos anteriormente se puede calcular el calor de polimerización:

$$\Delta H_{RX}(T) = (82.000 - 10907,96) \text{ J/mol} = 71.092,04 \text{ J/mol}$$

Para obtener la velocidad de polimerización se usa la ecuación de la cinética para la formación del lacturo por policondensación:

$$-Rp = k' \cdot C_a^2 = k' \cdot [Ca_0(1-p)]^2 = 0,682 \text{ mol/l} \cdot h \text{ Ecuación 3.21}$$

$$-Rp \cdot V = (0,682 \cdot 1.866,16) \text{ mol/h} = 1272,72 \text{ mol/h}$$

El flujo molar de agua vaporizada que sale del reactor se calculó a través de un balance molar:

$$[Agua\_generada] + [Agua\_salida] = [Agua\_acumulada] \text{ Ecuación 3.22}$$

El término de la derecha es igual a cero, ya que se supone no ocurre acumulación de agua en el reactor.

Por cada dos moles de monómero que se consumen se forma un mol de agua por lo que:

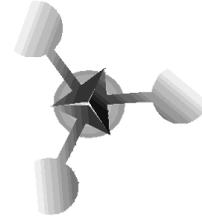
$$Fa = \frac{-Rp \cdot V}{2} = \frac{1272,72 \text{ mol/h}}{2} = 636,36 \text{ mol/h Ecuación 3.23}$$

El último dato faltante es la entalpía del agua a las condiciones de operación:



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



$$Ha = 43559,25J / mol$$

Datos extraídos del proyecto “Diseño de Reactores de Prepolimerización y Polimerización para la Producción de Ácido Poliláctico en una Planta Industrial” \_ Ingeniería Química \_ Facultad de Ingeniería \_ Universidad de Cartagena.

El calor transferido por unidad de tiempo mediante el sistema de transferencia de calor debe ser:

$$Q = 134627844J/mol = 32176,83Kcal/h$$

### 3.5.1.3.2. Coeficiente de diseño (U)

Para la determinación del U de diseño se deben tener en cuenta los tres principales coeficientes de transferencia:  $h_i$  (convección interno),  $h_j$  (convección de camisa) y  $x_j$  (conducción a través de la pared del recipiente).

El U se obtiene de la siguiente correlación:

$$\bar{U} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_0} \frac{1}{x_j * e} + R_j + R_0 \text{ Ecuación 4.24}$$

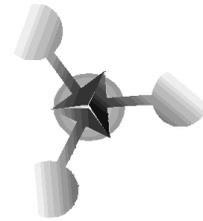
En general, como el coeficiente por conducción es muy grande debido al pequeño espesor de la pared del recipiente ( $e$ ) y el alto valor de la  $k$  (conductividad térmica) del material con el que está fabricado (acero inoxidable) este valor es muy insignificante frente a los otros por lo que se lo puede despreciar.

Las resistencias de ensuciamiento ( $R_i$ ,  $R_o$ ) se pueden obtener de la bibliografía y dependen del fluido que se maneje.

Los coeficientes de convección deben calcularse basándonos en el tipo de fluido que se use y sus condiciones de flujo.

- **$h_i$  (Coeficiente de convección interno)**

Como el fluido que estará en el recipiente o reactor es el ácido láctico y estará agitado se debe encontrar la correlación que se ajuste mejor a las condiciones en las que se hallará.



Como se determinó anteriormente el ácido láctico se encontrará agitado ( $N=2.09 \text{ rad/s}$ ) y con un  $Re$  turbulento ( $Re=132.504$ ), por lo que la correlación de Nusselt modificada para sistemas agitados que se puede usar es la siguiente:

$$\frac{h_i * D_T}{k} = 0,36 * \left( \frac{D_A^2 * N * \rho}{\mu} \right)^{2/3} * \left( \frac{C_p * \mu}{k} \right)^{1/3} * \left( \frac{\mu}{\mu_w} \right) \text{ Ecuación 4.25}$$

Donde:

DT: Diámetro del tanque (m)

k: conductividad térmica ( $\text{J/s} \cdot \text{m} \cdot \text{K}$ )

DA: Diámetro del agitador (m)

N: Velocidad del agitador (rad/s)

$\rho$ : Densidad del ácido láctico ( $\text{Kg/m}^3$ )

$\mu$ : Viscosidad del ácido láctico ( $\text{Kg/m} \cdot \text{s}$ )

$\mu_w$ : Viscosidad a la temperatura de pared ( $\text{Kg/m} \cdot \text{s}$ )

$C_p$ : calor específico medio del ácido láctico ( $\text{J/Kg} \cdot \text{K}$ )

En primer lugar vamos a aclarar que, se supone, que la viscosidad en la pared es igual a la de la masa agitada debido al alto valor del  $Re$ .

Luego se determina los dos números adimensionales principales de la correlación:  $Re$  y  $Pr$

$$Re = \left( \frac{D_A^2 N \rho}{\mu} \right); Pr = \left( \frac{C_p \mu}{k} \right)$$

Tabla 3.10 Datos para el cálculo del  $Re$  y el  $Pr$

|                             |      |                                     |          |
|-----------------------------|------|-------------------------------------|----------|
| N (rad/s)                   | 2,09 | $\mu \text{ Kg/m} \cdot \text{s}$   | 0,004033 |
| $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> ) | 1200 | $\mu_w \text{ Kg/m} \cdot \text{s}$ | 0,004033 |
| k (J/s·m·K)                 | 0,13 |                                     |          |

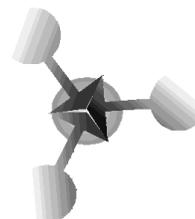
$$Re = 132.504; Pr = 65,43$$

Para tales condiciones de flujo y por los valores determinados anteriormente se está en condiciones de hallar el valor del  $hi$ :

$$hi = 327,17 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

- **hj (Coeficiente de convección de camisa)**

El fluido que se usa para calefacción es vapor de caldera saturado a la presión de  $9 \text{ kg/cm}^2$ , lo que da una temperatura de saturación de  $175 \text{ }^\circ\text{C}$ .



El tipo de camisa que se usa en este reactor es una camisa con deflectores en espiral; la cual consta de una cinta metálica que se suelda sobre la pared del recipiente de reacción. Esto genera una turbulencia que fomenta la mejora en la transferencia de calor.

Para determinar el coeficiente de transferencia es necesario basarse en la correlación que se muestra a continuación:

$$\frac{h_j * D_e}{k} = 0,027 * Re^{0,8} * \left( \frac{C_p * \mu}{k} \right) * \left( \frac{\mu}{\mu_\infty} \right) * \left( 1 + 3,5 * \frac{D_e}{D} \right) \text{ Ecuación 3.26}$$

Donde ahora el Re tiene la forma siguiente:

$$Re = \frac{D_e * v * \rho}{\mu} \text{ Ecuación 3.27}$$

Siendo:

De: Diámetro equivalente en la camisa con deflectores = 0,26 m

v: Velocidad promedio del vapor en la camisa = 15 m/s

ρ: densidad del vapor a la Ts = 175 °C ; ρ = 4,568 kg/m<sup>3</sup>

μ: Viscosidad del vapor a la Ts = 175 °C ; μ = 0,000139 kg/m\*s

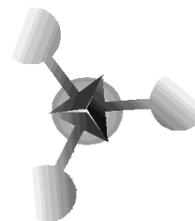
Los valores de las variables anteriores me dan un:

$$Re = 132.504 \text{ (Turbulento)}$$

El resto de los datos utilizados se muestran en la tabla siguiente, seguido el valor del h<sub>j</sub>:

Tabla 3.11 Datos para el cálculo del h<sub>j</sub>

| DATOS                  | VALOR      |
|------------------------|------------|
| Re (adim)              | 128.166,91 |
| Pr (adim)              | 1,01       |
| De (m)                 | 0,26       |
| v (m/s)                | 30         |
| μ (Kg/m*s)             | 0,000139   |
| μ (Kg/m*s)             | 0,000139   |
| μ/μ (adim)             | 1          |
| D (m)                  | 1,38       |
| k (J/s*m*°C)           | 0,665      |
| Cp (J/Kg*°C)           | 1.980      |
| ρ (Kg/m <sup>3</sup> ) | 4,568      |



$$h_j = 1.402,22 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Una vez calculados los dos coeficientes de transferencia por convección se procede al cálculo del U de diseño:

$$\bar{U} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_o} \text{ Ecuación 3.28}$$

$$U = 285,28 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Este valor es aceptable ya que se encuentran en el rango de los valores usuales de U hallados en la bibliografía (Perry Sexta Edición Tomo III Sección 10-46 Tabla 10-14):

|                  |                              |                  |
|------------------|------------------------------|------------------|
| <b>U usuales</b> | <b>U (W/m<sup>2</sup>*K)</b> | <b>285 - 850</b> |
|------------------|------------------------------|------------------|

### 3.5.1.3.3. Diferencia media logarítmica de temperatura (DMLT)

Como el reactor es calefaccionado con vapor y éste sale en estado condensado, la forma de la DMLT para cambio de fase es:

$$DMLT = \frac{t_2 - t_1}{\ln \frac{T - t_1}{T - t_2}}$$

Siendo:

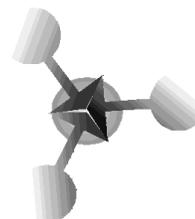
T: Temp. de saturación del vapor a la presión de saturación ; Ts= 175 °C

t1: Temperatura de la solución a la entrada; t1 = 25 °C

t2: Temperatura de los productos a la T° de reacción; t2 = 140 °C

| TEMPERATURAS (°C) | VALOR |
|-------------------|-------|
| Ts                | 175   |
| t1                | 25    |
| t2                | 140   |

|             |           |                  |
|-------------|-----------|------------------|
| <b>DMLT</b> | <b>°C</b> | <b>79,022201</b> |
|-------------|-----------|------------------|



En vista de que se poseen los valores necesarios para el cálculo del área necesaria de transferencia pasamos a obtener la misma por medio de la ecuación fundamental:

$$A = \frac{Q}{U * DMLT} \text{ Ecuación 3.29}$$

$$A = 1,64m^2$$

### 3.6. HOJA DE ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS

#### 3.6.1. Reactor de policondensacion

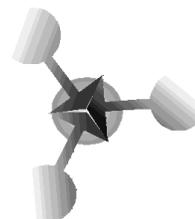
Después de los cálculos hechos en el título anterior, se llega al siguiente conjunto de especificaciones para el reactor de prepolimerización:

Tabla 3.12 Especificaciones del reactor de policondensación.

| Volumen (m3)           | Diámetro (m) | Altura (m)             | Material               | Tiempo reacción (min) | Tiempo total por lote(min) |
|------------------------|--------------|------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|
| 2,086                  | 1,385        | 2,08                   | Acero Inox 304L        | 50,95                 | 125,68                     |
| Agitador               | rpm          | Motor                  | rpm                    | HP                    | Tipo monofásico            |
| Palas inclinadas a 45° | 20           | En jaula de ardilla    | 1800                   | 0,616                 | 288,55                     |
| Ud (W/m2*°C)           | A (m2)       | Presión interna (mmHg) | Temp. De reacción (°C) |                       |                            |
| 288,5                  | 1,64         | 25                     | 140                    |                       |                            |

#### 3.6.2. Bombas de proceso (Bombas Centrifugas)

Se hace referencia a las bombas usadas para el trasvase de fluidos desde recipientes o reactores hacia el equipo o recipiente siguiente en la línea de producción.



Para su selección se hace uso de los gráficos de Perry Sexta Edición (Anexo IV, Imagen 4). Las bombas que figuran como antiexplosivas se seleccionan debido al manejo de metanol.

Tabla 3.13 Especificaciones de las bombas de proceso.

| Bomba                      | Caudal vol<br>(m <sup>3</sup> /h) | Carga Total<br>(m) | rpm  | HP | Material |
|----------------------------|-----------------------------------|--------------------|------|----|----------|
| Bomba 1                    | 18                                | 28,96              | 3450 | 3  | Inox 304 |
| Bomba 2                    | 20,86                             | 25,3               | 3450 | 3  | Inox 304 |
| Bomba 3                    | 17,59                             | 27,43              | 3450 | 3  | Inox 304 |
| Bomba 3 *                  | 7,04                              | 33,53              | 3450 | 3  | Inox 304 |
| Bomba 4                    | 13,91                             | 30,48              | 3450 | 3  | Inox 304 |
| Bomba 5                    | 0,341275                          | 38,1               | 3450 | 3  | Inox 304 |
| Bomba 6<br>(Antiexplosiva) | 0,289875                          | 38,1               | 3450 | 3  | Inox 304 |
| Bomba 7<br>(Antiexplosiva) | 0,289875                          | 38,1               | 3450 | 3  | Inox 304 |

### 3.6.3. Intercambiadores de calor de casco y tubo

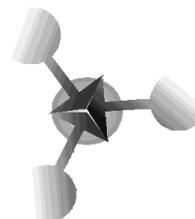
Tabla 3.14 Especificaciones del intercambiador de calor.

| Int Calor | Flujo másico<br>(kg/min) | Caudal Vol<br>(m <sup>3</sup> /h) | Ud (W/m <sup>2</sup> *°C) | A (m <sup>2</sup> ) | Tipo | Masa (kg/h) |
|-----------|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------|------|-------------|
| 1         | 417,17                   | 20,86                             | 636,16                    | 492,15443           | 1*2  | 8.309,59    |
| 2         | 6,82                     | 0,34                              | 636,16                    | 48,24               | 1*2  | 54.497,24   |

### 3.6.4. Tanques de almacenamiento de materia prima, subproductos y productos intermedios

La selección de material de los tanques se hace en base a la tabla de la Imagen 6 del Anexo IV.

Tabla 3.15 Especificaciones de los tanques de almacenamiento.



| Tanque    | Masa (kg) | Densidad (kg/m <sup>3</sup> ) | Volumen (m <sup>3</sup> ) | Volumen r (m <sup>3</sup> ) | Diámetro (m) | Altura (m) |
|-----------|-----------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------|------------|
| I         | 1200      | 1200                          | 1                         | 1,25                        | 1,02         | 1,53       |
| II        | 1200      | 1200                          | 1                         | 1,25                        | 1,02         | 1,53       |
| III       | 1200      | 1200                          | 1                         | 1,25                        | 1,02         | 1,53       |
| IV        | 1955,8    | 1112                          | 1,76                      | 2,2                         | 1,23         | 1,85       |
| V         | 1546,3    | 1112                          | 1,39                      | 1,74                        | 1,14         | 1,71       |
| VI        | 409,53    | 1200                          | 0,34                      | 0,43                        | 0,71         | 1,07       |
| Separador | 283,7     | 1000                          | 0,28                      | 0,35                        | 0,67         | 1,01       |
| Oct. Sn   | 155       | 800                           | 0,19325                   | 0,135275                    | 0,49         | 0,73       |

### 3.6.5. Torre de destilación al vacío

Como no se disponen de datos termodinámicos del Lacturo, se selecciona la torre en base a datos de equipos similares usados en plantas de PLA.

Tabla 3.16 Especificaciones de la torre de vacío.

| Volumen (m <sup>3</sup> ) | D (m) | H (m) | N° Platos | Material       | Eficiencia (%) | T° (°C) | P (mmHg) |
|---------------------------|-------|-------|-----------|----------------|----------------|---------|----------|
| 0,15                      | 0,4   | 1,2   | 5         | Acero Inox 316 | 100            | 140     | 15       |

### 3.6.6. Eyector

Tabla 3.17 Especificaciones del eyector.

| Pasp (mmHg) | Eyector (saltos) | Pv (kg/cm <sup>2</sup> ) | Consumo vapor (kg/h) | Aire (Kg/h) | Material        |
|-------------|------------------|--------------------------|----------------------|-------------|-----------------|
| 13          | 3                | 7                        | 33                   | 4,5         | Acero inox. 304 |

### 3.6.7. Reactor de polimerización

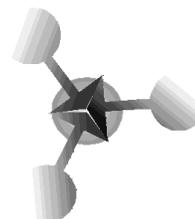
Este reactor se selecciona en base a datos del reactor de policondensación y de reactores similares calculados en otros proyectos de plantas de producción de PLA.

Tabla 3.18 Especificaciones del reactor de polimerización.



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



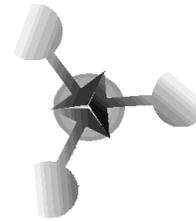
| Vr seg. (m3) | D (m) | H (m)           | p (mmHg)     | T (°C)    | Conversión |
|--------------|-------|-----------------|--------------|-----------|------------|
| 1,8          | 1,15  | 1,73            | 760          | 140       | 0,85       |
| Agitador     | rpm   | Pot. Motor (HP) | Ud (W/m2*°C) | Área (m2) |            |
| Helicoidal   | 24    | 212,1           | 500          | 1,64      |            |

### 3.6.8. Bomba de engranajes

Su selección es en base a la gráfica del Manual Perry Sexta Edición, la misma se puede observar en el Anexo IV, Imagen 2.

Tabla 3.19 Especificaciones de la bomba de engranajes.

| Flujo másico (kg/min) | Caudal vol (m3/h) | Carga total (m) | HP | Material        |
|-----------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|
| 328,59                | 0,284814076       | 3,048           | 15 | Acero comercial |



### 3.7. DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

#### 3.7.1. Diagramas y representación gráfica

##### 3.7.1.1. Diagrama de bloque del proceso

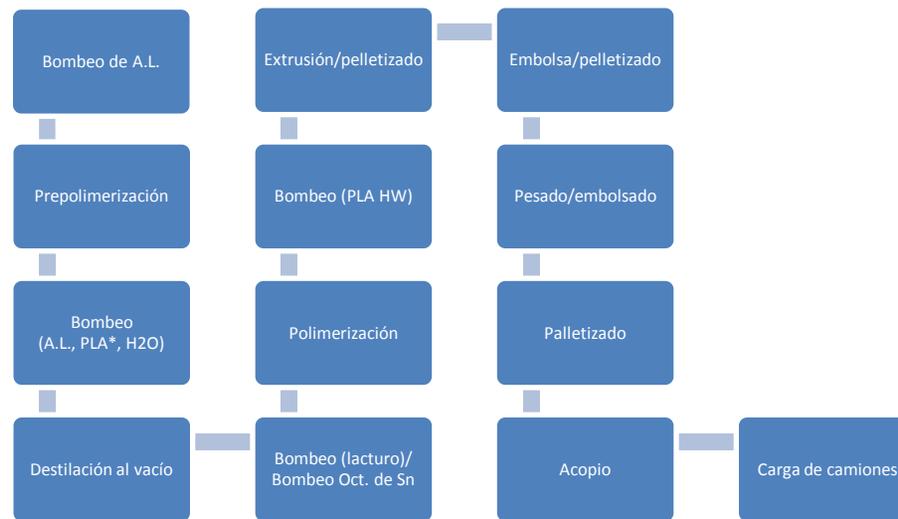
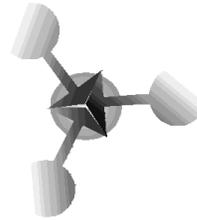


Figura 3.17 Diagrama de bloque del proceso



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



### 3.7.1.2. Flow sheet

A continuación se muestra en varias imágenes el diagrama de flujo del proceso productivo con las condiciones de las corrientes y equipos, así como también los diferentes flujos que atraviesan cada parte de las partes de la batería de proceso.

Se indican los flujos másicos, presiones, temperaturas y otros datos que son de interés para interpretar como se lleva a cabo la producción de un lote.

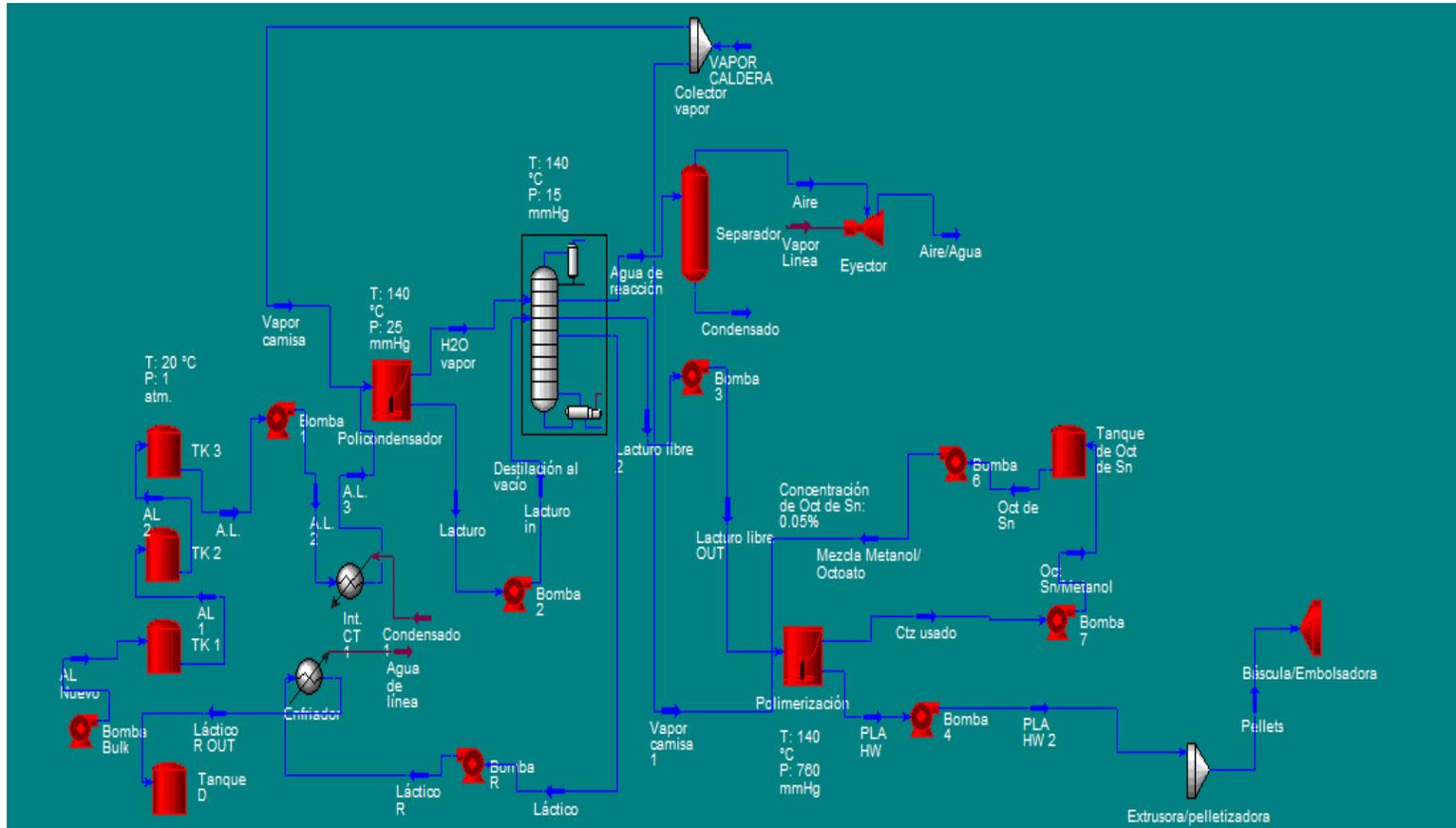
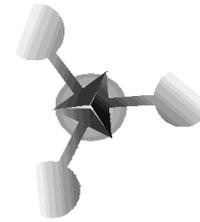


Figura 3.18 Diagrama de flujo del proceso productivo.



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.

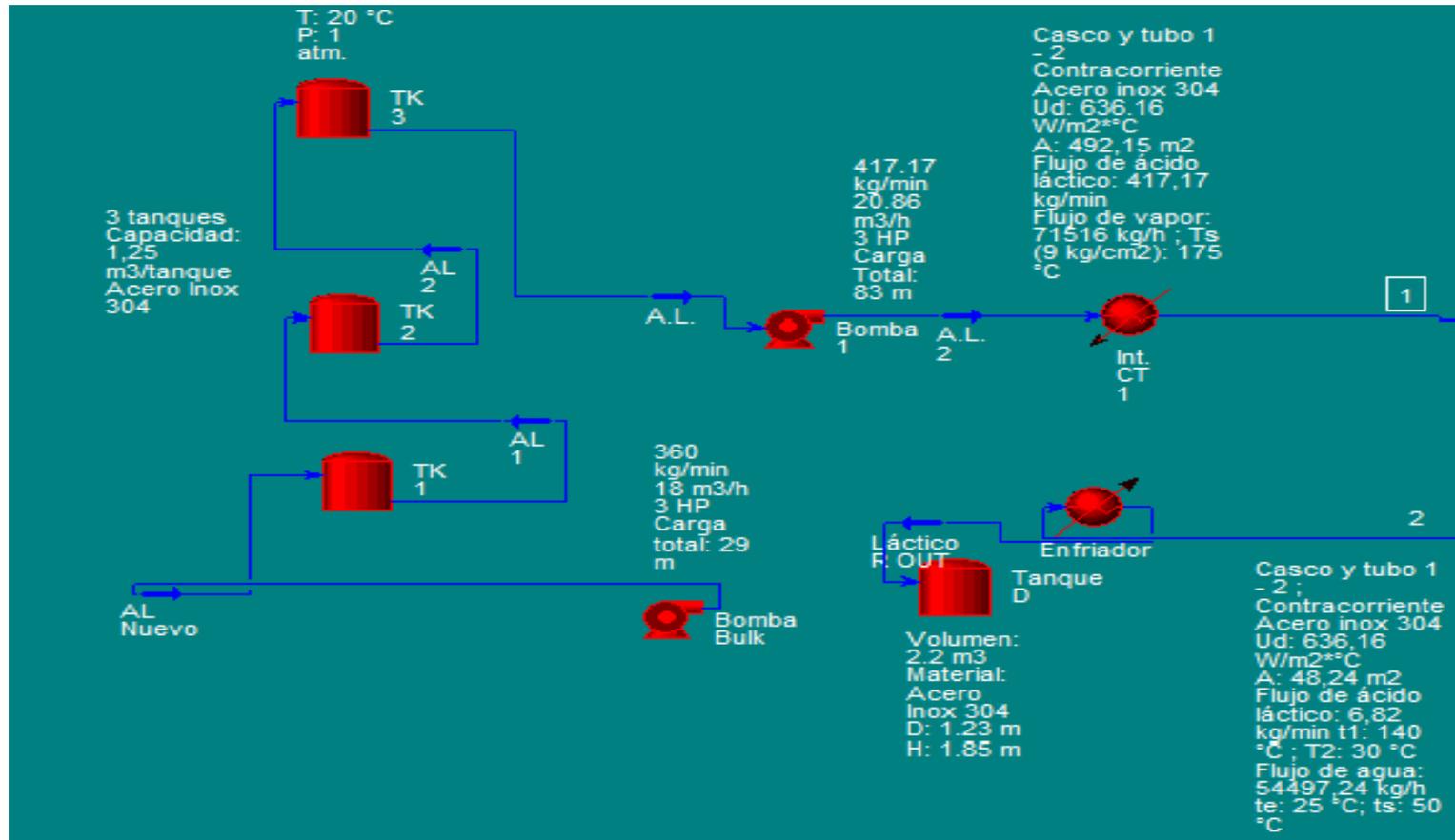
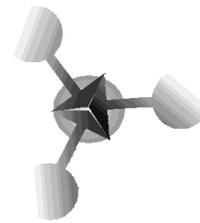


Figura 3.19 Diagrama de flujo de los tanques de alimentación de la planta de del tanque de almacenamiento y subproducto.



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.

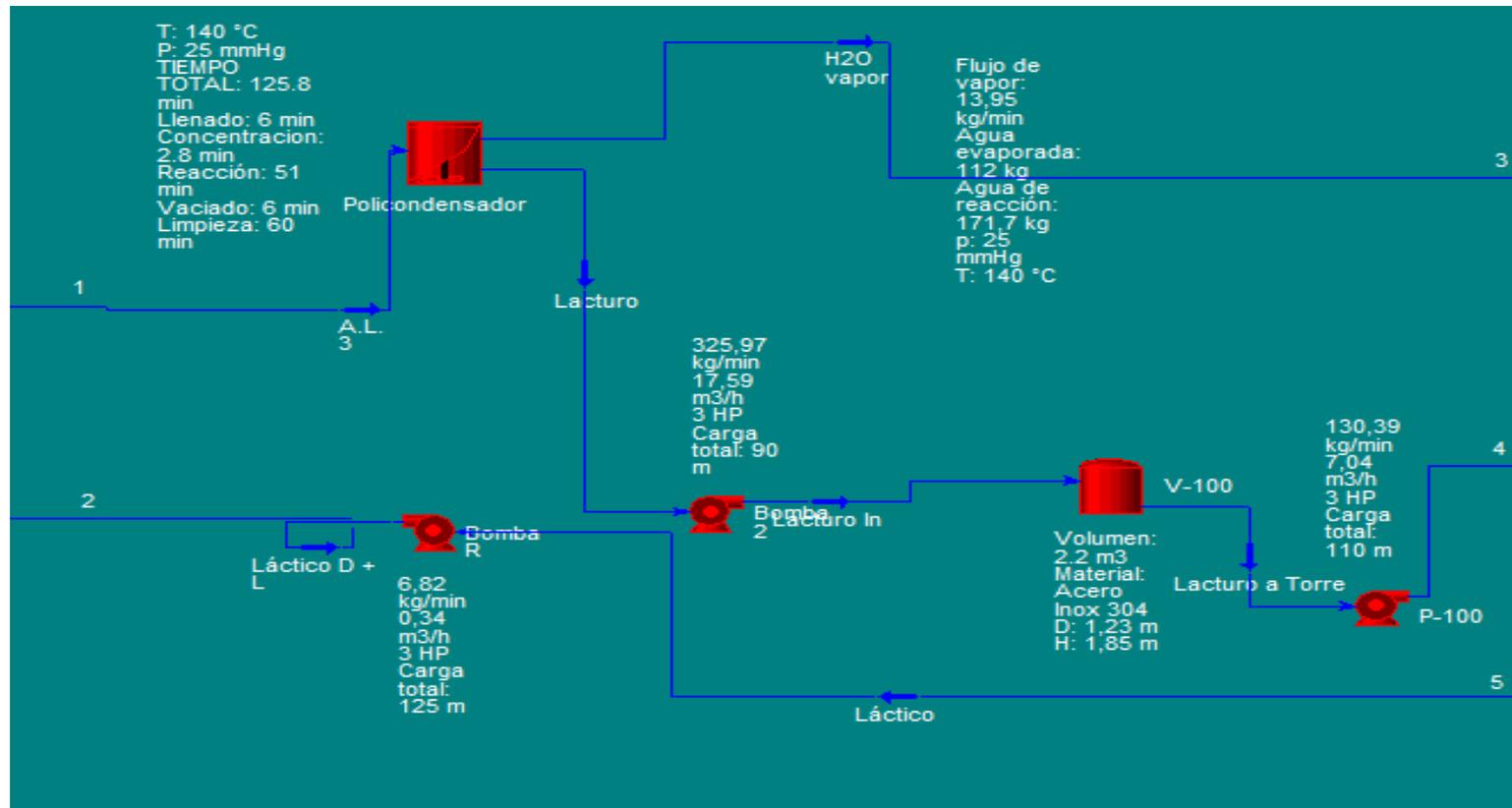
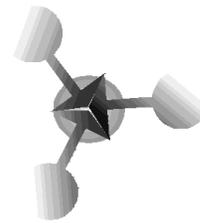


Figura 3.20 Diagrama de flujo del reactor de policondensación.



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.

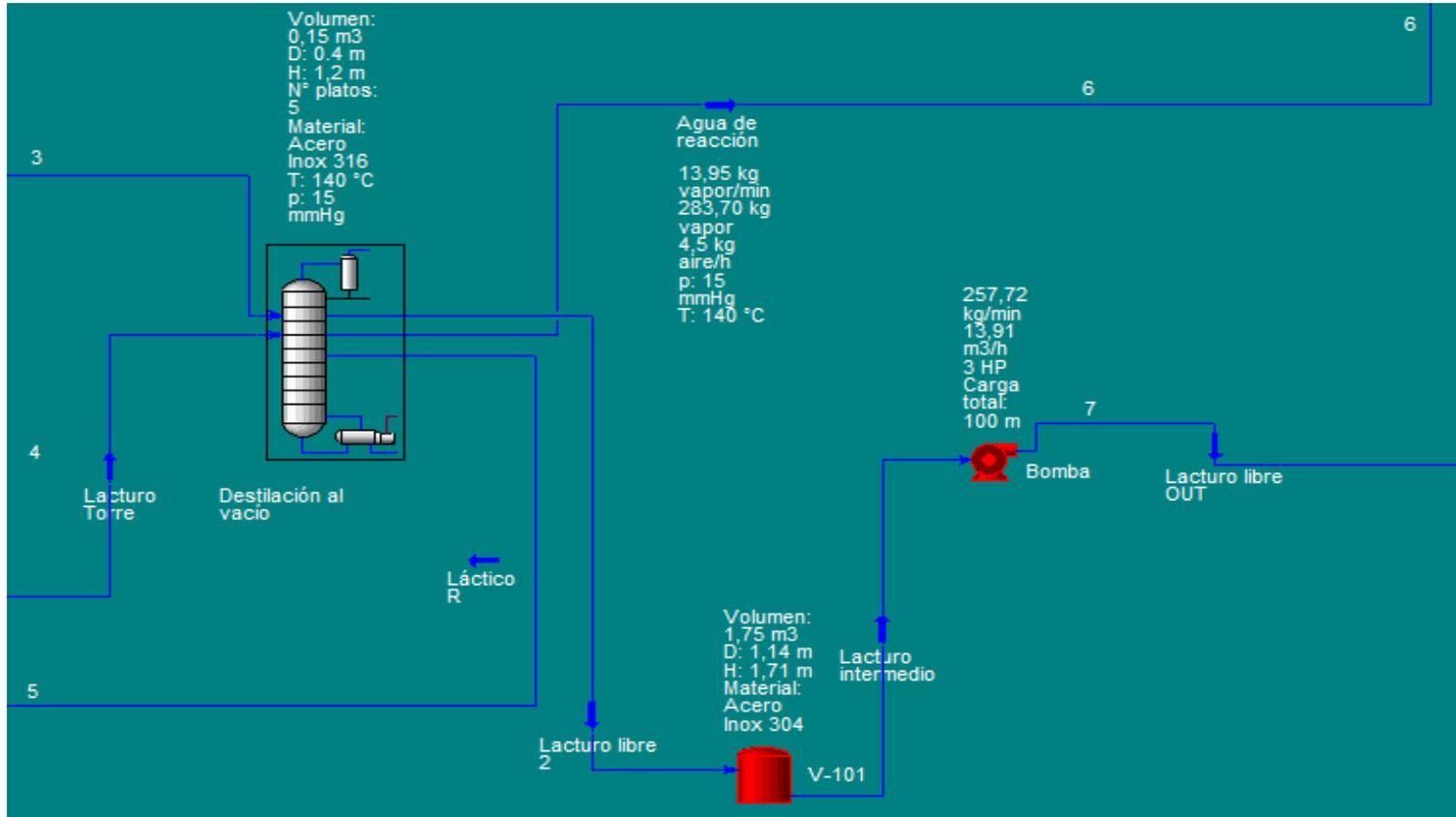
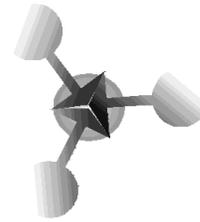


Figura 3.21 Diagrama de flujo de la columna de destilación.

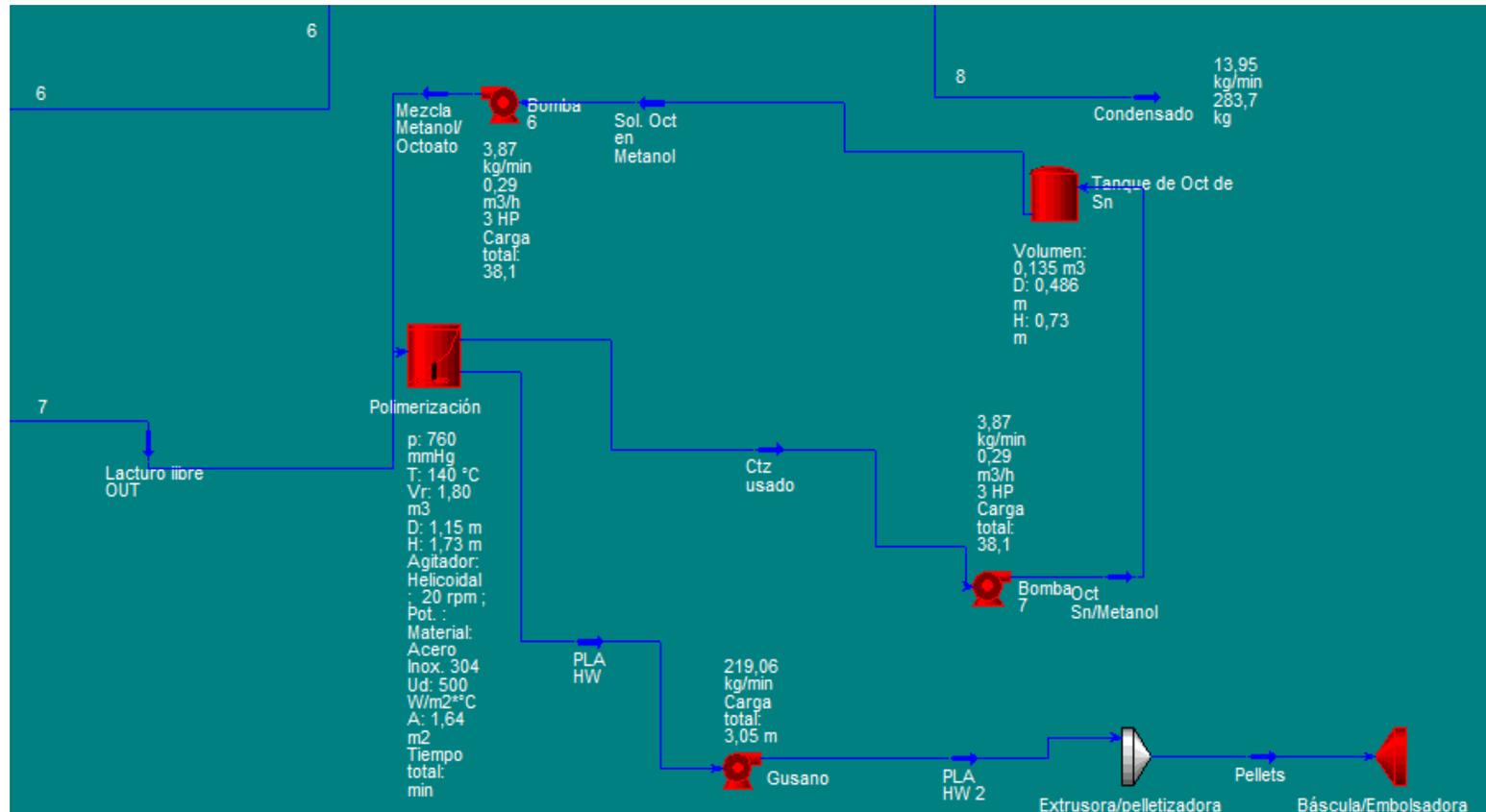
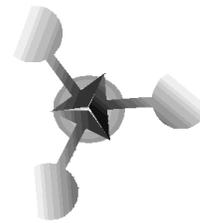


Figura 3.22 Diagrama de flujo del reactor de polimerización.



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.

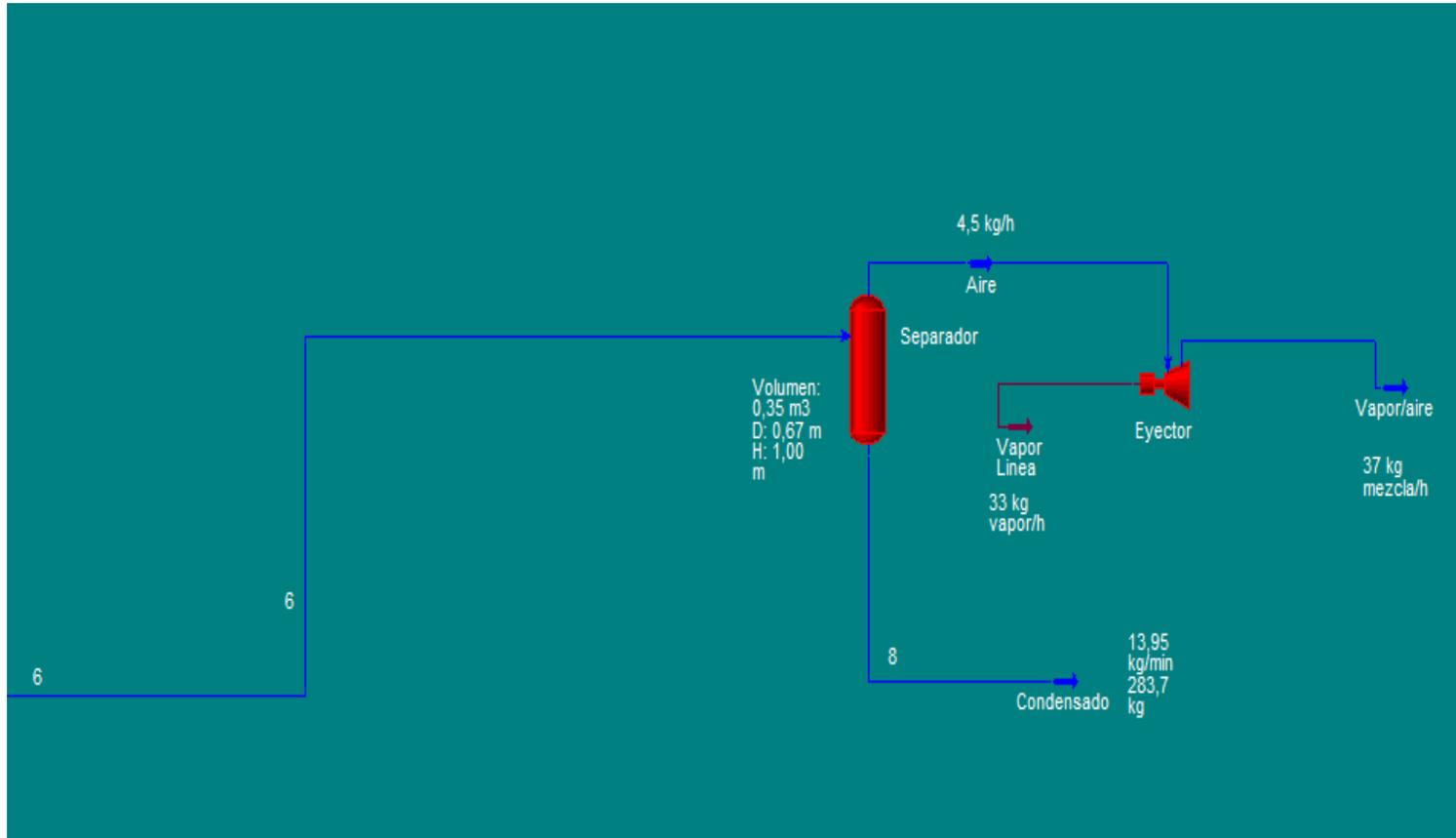
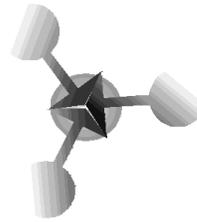
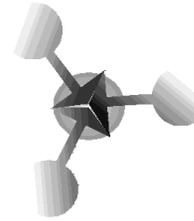


Figura 3.23 Diagrama de flujo del sistema de eyectores



### 3.8. BALANCE DE MASA GLOBAL

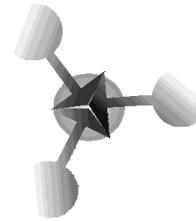
Tabla 3.20 Balance de masa global

| COMPOSICION        |           |                       |      |      |      |      |         |        |                  |                    |           |                 |      |      |      |      |    |      |
|--------------------|-----------|-----------------------|------|------|------|------|---------|--------|------------------|--------------------|-----------|-----------------|------|------|------|------|----|------|
| X1                 |           | X2                    |      |      | X3   |      | X4      | X5     | X6               |                    |           |                 |      |      |      |      |    |      |
| Ácido láctico L    |           | Ácido láctico D       |      |      | Agua |      | Lacturo | PLA HW | Aire             |                    |           |                 |      |      |      |      |    |      |
|                    |           | COMPOSICION % (p/p)   |      |      |      |      |         |        |                  |                    |           |                 |      |      |      |      |    |      |
| ENTRADA            | Masa (kg) | FLUJO MÁSIKO (kg/min) | X1   | X2   | X3   | X4   | X5      | X6     | EQUIPO           | SALIDA             | Masa (kg) | MASICO (kg/min) | X1   | X2   | X3   | X4   | X5 | X6   |
| Sol. Ac. Láct.     | 3600      |                       | 0,81 | 0,04 | 0,15 | 0    | 0       | 0      | Bomba 1          | Sol. Ac. Láctico   | 3600      | 360             | 0,81 | 0,04 | 0,15 | 0    | 0  | 0    |
| Sol. Ac. Láct.     | 3600      | -                     | 0,81 | 0,04 | 0,15 | 0    | 0       | 0      | Tanques (3)      | Sol. Ac. Láctico   | 2503      | 417,7           | 0,81 | 0,04 | 0,15 | 0    | 0  | 0    |
| Sol. Ac. Láct.     | 2503      | 417,7                 | 0,81 | 0,04 | 0,15 | 0    | 0       | 0      | Bomba 2          | Sol. Ac. Láctico   | 2503      | 417,7           | 0,81 | 0,04 | 0,15 | 0    | 0  | 0    |
| Sol. Ac. Láct.     | 2503      | 417,7                 | 0,81 | 0,04 | 0,15 | 0    | 0       | 0      | Intercambiador 1 | Sol. Ac. Láctico   | 2503      | 417,7           | 0,81 | 0,04 | 0,15 | 0    | 0  | 0    |
|                    |           |                       |      |      |      |      |         |        |                  | Vapor (conc.)      | 263,47    | 94,1            | 0    | 0    | 1    | 0    | 0  | 0    |
| Sol. Ac. Láct.     | 2503      | 417,4                 | 0,81 | 0,04 | 0,15 | 0    | 0       | 0      | Policondensador  | Vapor (reacc.)     | 14053,7   | 283,95          | 0    | 0    | 0,02 | 0    | 0  | 0,98 |
| Productos          | 1955,83   | 326                   | 0,15 | 0,05 | 0    | 0,79 | 0       | 0      | Bomba 3          | Productos          | 1955,83   | 326             | 0,15 | 0,05 | 0    | 0,79 | 0  | 0    |
| Productos          | 1955,83   | 326                   | 0,15 | 0,05 | 0    | 0,79 | 0       | 0      | Tanque IV        | Productos          | 1955,83   | 130,39          | 0,15 | 0,05 | 0    | 0,79 | 0  | 0    |
| Productos          | 1955,83   | 130,39                | 0,15 | 0,05 | 0    | 0,79 | 0       | 0      | Bomba 3*         | Productos          | 1955,83   | 130,39          | 0,15 | 0,05 | 0    | 0,79 | 0  | 0    |
|                    |           |                       |      |      |      |      |         |        |                  | Vapor (reacc.)     | 14053,7   | 283,95          | 0    | 0    | 0,02 | 0    | 0  | 0,98 |
| Productos          | 1955,83   | 130,39                | 0,15 | 0,05 | 0    | 0,79 | 0       | 0      | Torre de vacío   | Lacturo            | 1546,3    | 257,72          | 0    | 0    | 0    | 1    | 0  | 0    |
| Lacturo            | 1546,3    | 283,95                | 0    | 0    | 0    | 1    | 0       | 0      | Tanque V         | Lacturo            | 1546,3    | 283,95          | 0    | 0    | 0    | 1    | 0  | 0    |
| Lacturo            | 1546,3    | 283,95                | 0    | 0    | 0    | 1    | 0       | 0      | Bomba 4          | Lacturo            | 1546,3    | 283,95          | 0    | 0    | 0    | 1    | 0  | 0    |
| Ac. Láctico (rec.) | 409,53    | 6,91                  | 0,74 | 0,26 | 0    | 0    | 0       | 0      | Bomba 5          | Ac. Láctico (rec.) | 409,53    | 6,91            | 0,74 | 0,26 | 0    | 0    | 0  | 0    |
| Ac. Láctico (rec.) | 409,53    | 6,91                  | 0,74 | 0,26 | 0    | 0    | 0       | 0      | Intercambiador 2 | Ac. Láctico (rec.) | 409,53    | 6,91            | 0,74 | 0,26 | 0    | 0    | 0  | 0    |
| Ac. Láctico (rec.) | 409,53    | 6,91                  | 0,74 | 0,26 | 0    | 0    | 0       | 0      | Tanque VI        | -                  | -         | -               | -    | -    | -    | -    | -  | -    |
| Vapor (reacc.)     | 14053,7   | 283,95                | 0    | 0    | 0,02 | 0    | 0       | 0,98   | TK separador     | Aire               | 13770     | 270             | 0    | 0    | 0    | 0    | 0  | 1    |
| Aire               | 13770     | 270                   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0       | 1      |                  | Agua               | 283,7     | 13,95           | 0    | 0    | 1    | 0    | 0  | 0    |
| Vapor de línea     | 100980    | 1980                  | 0    | 0    | 1    | 0    | 0       | 0      | Eyector          | Vapor/aire         | 114750    | 2250            | 0    | 0    | 0,88 | 0    | 0  | 0,12 |
| Lacturo            | 1546,3    | 283,95                | 0    | 0    | 0    | 1    | 0       | 0      | Reactor          | PLA HW             | 1314,36   | 219,06          | 0    | 0    | 0    | 0    | 1  | 0    |
| PLA HW             | 1314,36   | 219,06                | 0    | 0    | 0    | 0    | 1       | 0      | Bomba de engr.   | PLA HW             | 1314,36   | 219,06          | 0    | 0    | 0    | 0    | 1  | 0    |



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



### Balance de masa de la solución de catalizador

Tabla 3.21 Balance de masa de la solución de catalizador

|                 |                       | COMPOSICION         |         |               |                 |                 |                     |      |  |
|-----------------|-----------------------|---------------------|---------|---------------|-----------------|-----------------|---------------------|------|--|
|                 |                       | X7                  | X8      |               |                 |                 |                     |      |  |
|                 |                       | Oct. de Sn          | Metanol |               |                 |                 |                     |      |  |
| ENTRADA         | FLUJO MÁSICO (kg/min) | COMPOSICION % (p/p) |         | EQUIPO        | SALIDA          | MÁSICO (kg/min) | COMPOSICION % (p/p) |      |  |
|                 |                       | X7                  | X8      |               |                 |                 | X7                  | X8   |  |
| Oct. en Metanol | 3,87                  | 0,05                | 0,95    | Bomba 7       | Oct. en Metanol | 3,87            | 0,05                | 0,95 |  |
| Oct. en Metanol | 3,87                  | 0,05                | 0,95    | Tanque de ctz | Oct. en Metanol | 3,87            | 0,05                | 0,95 |  |

### Consumos de vapor por equipos

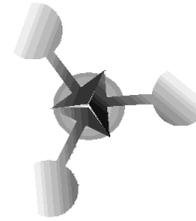
Tabla 3.22 Consumo de vapor por equipos

| EQUIPO           | CONDICIONES VAPOR       |        | CONSUMO DE VAPOR (kg/h) |
|------------------|-------------------------|--------|-------------------------|
|                  | p (Kg/cm <sup>2</sup> ) | T (°C) |                         |
| Intercambiador 1 | 9                       | 175    | 8309,6                  |
| Policondensador  | 9                       | 175    | 171,073                 |
| Reactor          | 9                       | 175    | 171,073                 |
| Eyector          | 9                       | 175    | 33                      |
| EQUIPO           | CONDICIONES AGUA        |        | CONSUMO DE AGUA (kg/h)  |
|                  | p (kg/cm <sup>2</sup> ) | T (°C) |                         |
| Intercambiador 2 | 1                       | 25     | 54497,24                |



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

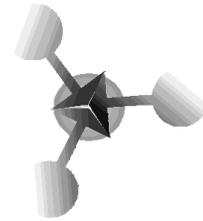
Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



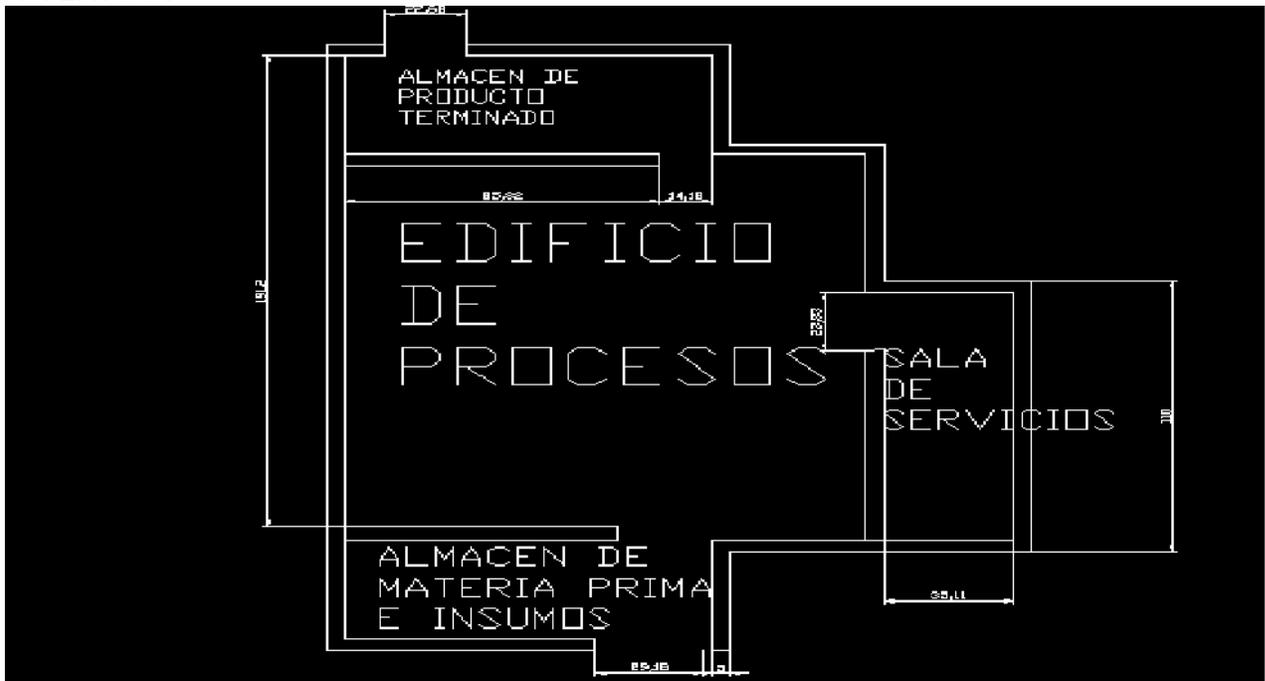
### Consumos eléctricos por equipo

Tabla 3.23 Consumos eléctricos por equipo

| EQUIPO                 | Tiempo de funcionamiento (h) | Potencia (HP) | CONSUMO DE ENERGIA (KW) | CONSUMO KW-h (lote diario) | CONSUMO KW-h (anual) |
|------------------------|------------------------------|---------------|-------------------------|----------------------------|----------------------|
| Bomba 1                | 0,166666667                  | 3             | 2,238                   | 0,373                      | 136,145              |
| Bomba 2                | 0,1                          | 3             | 2,238                   | 0,2238                     | 81,687               |
| Bomba 3                | 0,1                          | 3             | 2,238                   | 0,2238                     | 81,687               |
| Bomba 3*               | 0,25                         | 3             | 2,238                   | 0,5595                     | 204,2175             |
| Bomba 4                | 0,1                          | 3             | 2,238                   | 0,2238                     | 81,687               |
| Bomba 5                | 1                            | 3             | 2,238                   | 2,238                      | 816,87               |
| Bomba 6                | 0,333333333                  | 3             | 2,238                   | 0,746                      | 272,29               |
| Bomba 7                | 0,333333333                  | 3             | 2,238                   | 0,746                      | 272,29               |
| Bomba de gusano        | 0,066666667                  | 15            | 11,19                   | 0,746                      | 272,29               |
| Motor agitador Pol.    | 0,85                         | 0,616         | 0,459536                | 0,3906056                  | 142,571044           |
| Motor agitador Reactor | 0,85                         | 212,1         | 158,2266                | 134,49261                  | 49089,80265          |
|                        |                              |               |                         | <b>140,9631156</b>         | <b>51451,53719</b>   |



### 3.9. LAYOUT



Edificio de procesos: 222 m<sup>2</sup>

Almacén de insumos y materia prima: 40 m<sup>2</sup>

Almacén de producto terminado: 40 m<sup>2</sup>

Servicios auxiliares: 40 m<sup>2</sup>

### 3.10. LA PUESTA EN MARCHA

Al no tratarse de un proceso continuo, sino de tipo batch o por lotes lo que se detalla a continuación es lo que ocurre en la producción de un lote completo de un día de producción para la demanda propuesta.

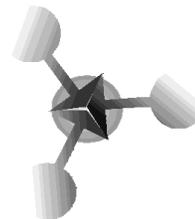
Para comenzar con la producción se alimenta desde los bulks el ácido láctico, mediante una bomba centrífuga, a los tanques de acero inoxidable de alimentación al reactor de policondensación.

Desde allí el ácido es alimentado por medio de otra bomba centrífuga de acero inoxidable al reactor a una temperatura de 65 °C. Esta condición se logra por el precalentamiento que se hace en un intercambiador de casco y tubo, calefaccionado con vapor. Una vez que se ha



**Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.**



alimentado el ácido láctico al reactor se corta el vapor que pasa por el intercambiador y se apaga la bomba de alimentación.

Los kilogramos de ácido láctico que ya se encuentran en el reactor son agitados por medio del sistema correspondiente al encender el motor del agitador. Ahora necesitan ser calefaccionados por medio de vapor de línea que atraviesa la camisa de calefacción hasta que alcanza la temperatura de ebullición del agua que acompaña al ácido láctico. Una vez alcanzada la temperatura de ebullición se continúa la calefacción (por medio de vapor) hasta que se logre una concentración de 95 % (p/p). El agua evaporada se ventea al ambiente. Después de casi 3 (tres) minutos estamos en condiciones de reacción, en lo que se refiere a concentración.

En este momento se puede comenzar a alimentar vapor de línea al sistema de eyectores para que se genere una disminución de presión en la torre y reactor. Se abre la válvula de conexión con la torre de destilación y se cierra la de venteo de vapor.

A la concentración alcanzada en el reactor, ideal para que la reacción llegue a la conversión requerida ( $X=0,85$ ), junto con la disminución de presión hasta los 25 mmHg y la temperatura alcanzada por la mezcla reaccionante comienza la reacción, la cual dura aproximadamente unos 51 (cincuenta y uno) minutos. Transcurrido este tiempo se corta la alimentación de vapor a la camisa, se apaga el motor del agitador y se descarga el reactor al tanque de almacenamiento temporal de productos de reacción, en un tiempo de 6 (seis) minutos.

Una vez vaciado el tanque, se está en condiciones de comenzar con la limpieza del reactor para una posterior carga.

Los productos de reacción en el tanque temporal se alimentan ahora a la torre de destilación por medio de otra bomba centrífuga de acero inoxidable de 3 (tres) HP. La alimentación de la carga se hace en un flujo másico de 33 kg/min.

Ni bien comienza la destilación se debe encender la bomba de reflujo de ácido láctico recuperado (D + L) para que lo envíe al tanque de almacenamiento, para su posterior venta como subproducto de la línea.

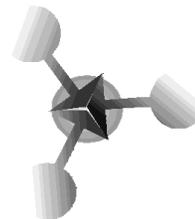
El vapor de agua y aire retirados del reactor y torre, son aspirados por el sistema de eyección hasta que se separan en un tanque tal que deja que continúen cada sustancia caminos separados.

El lacturo separado en la torre también es enviado un tanque de estacionamiento temporal para su posterior alimentación al reactor de polimerización.



**Universidad Nacional de Cuyo**  
**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP**  
**en la provincia de Buenos Aires. Estudio de**  
**prefactibilidad.**



Cuando ha culminado la destilación, se deja de alimentar vapor de línea al sistema de eyectores para que cese la depresión en los equipos que necesitan de vacío. Se abre la válvula de venteo de vapor del reactor.

Luego, se enciende la bomba de alimentación al reactor de polimerización hasta que se completa la carga del mismo. Esto se hace un flujo másico de 257,72 kg/min. Se apaga, entonces, la bomba de alimentación.

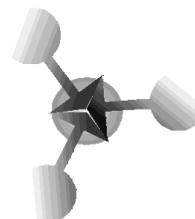
Se enciende el motor del agitador helicoidal del reactor, la bomba de alimentación de catalizador (octoato de estaño en solución de metanol) y se comienza con la calefacción por medio de vapor de línea. Una vez alcanzada la temperatura de reacción se deja reaccionar hasta alcanzar la conversión requerida de  $X=0,85$ .

Una vez culminada la reacción se corta el vapor de línea, se apaga el motor del agitador y se puede vaciar el tanque. Lo que se hace inmediatamente con el encendido de la bomba de engranajes, para evitar aglomeración de la pasta de PLA HW. Este equipo envía el biopolímero formado a la extrusora para que se formen los pellets que serán luego embasados en bolsas de 25 kg.

El pesado y embolsado se hace en simultáneo mediante el uso del equipo adecuado. El mismo se encarga del pesado y embolsado, aunque el cierre de las mismas se hace de forma manual.

Las bolsas que se van terminando se colocan en los pallets correspondiente en disposición 2 X 3 para que luego se envuelvan con film stretch para mejorar la estabilidad del mismo.

Los pallets terminados se envían a la zona de almacenamiento de producto terminado, para su posterior traslado por los transportes enviados por los clientes.



## CAPITULO 4

### TAMAÑO

#### 4.1. CANTIDAD A PRODUCIR

Para definir bien el tamaño hay que remitirse a la información del estudio de mercado referente a la demanda proyectada, al análisis de la elasticidad precio de la demanda, las inversiones en tecnología y la maximización de el VAN, ya que nos encontramos en el caso de un mercado con demanda creciente. Esto último indica que para la definición de un tamaño óptimo no existe una regla general, sino que lo adecuado es una buena estrategia de ampliación o de la definición de un tamaño excedente a la demanda aunque al comienzo se trabaje con capacidad ociosa. En esta última opción se deben definir estrategias para no dejar limitada la capacidad de la planta para cumplir con demandas futuras.

##### 4.1.1. Demanda proyectada a futuro

Según la investigación realizada para el sector del mercado de interés se definió que las demandas anuales, basadas en un 10% de reemplazo del material petroquímico por el biopolímero por parte de los clientes, son las que se exponen en la tabla y gráficos siguientes:

Tabla 4.5 Demanda anual proyectada.

| DEMANDA ANUAL |         |
|---------------|---------|
| Año 1         | 69.600  |
| Año 2         | 74.472  |
| Año 3         | 95.622  |
| Año 4         | 136.421 |
| Año 5         | 182.463 |
| Año 6         | 234.282 |
| Año 7         | 273.329 |
| Año 8         | 312.376 |
| Año 9         | 351.423 |
| Año 10        | 390.470 |

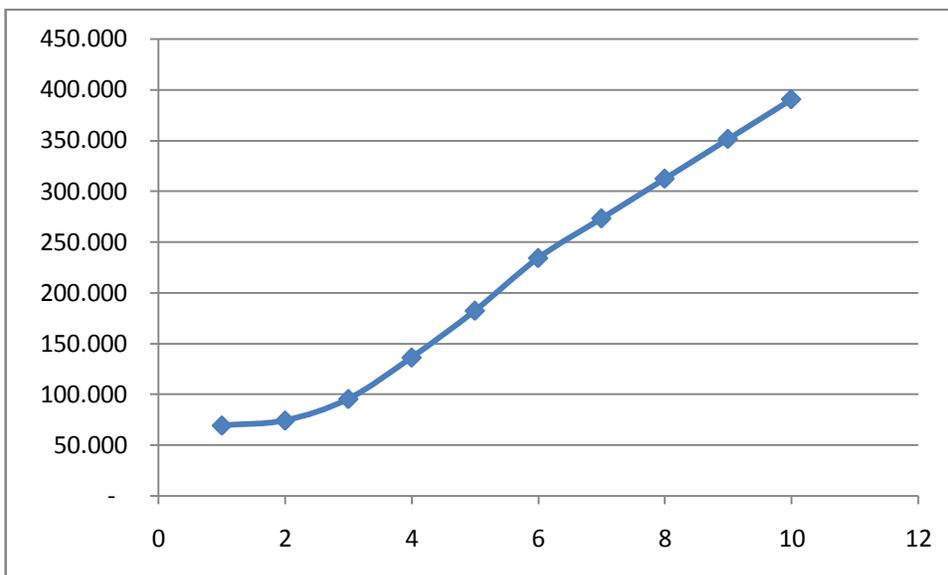
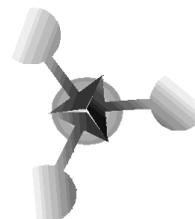


Figura 4.1 Curva de demanda proyectada

Como se puede observar, la demanda es creciente en el tiempo por dos motivos:

- El incremento en el consumo anual que se observa en los productos plásticos, la cual en promedio es de alrededor del 7%;
- Un buen plan de marketing se puede llegar a cubrir el total del mercado demandante en potencia.

También se debe observar que con el tiempo la demanda pudiera aumentar más marcadamente por el mayor conocimiento del producto por parte de empresas similares a las que han sido contactadas o por mayor presión de la legislación que pudiera entrar en vigencia.

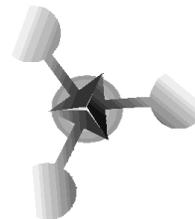
#### 4.1.2. Elasticidad de la demanda

El mercado en el que se pretende ingresar es un bloque en el que los precios están definidos por los grandes competidores y oferta que poseen estos grupos empresariales, estos son mucho mayores en comparación con un producto como el PLA.



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



Como la empresa es tomadora de precio, por encontrarse en un escenario de competencia casi perfecta, no puede hacer modificaciones en el mismo para variar los ingresos.

El precio está supeditado a las disposiciones de estas empresas, ya que los plásticos con los cuales se pretende competir se encasillan en el grupo de los denominados COMMODITIES.

La elasticidad precio de la demanda se comporta como infinitamente elástica.

#### 4.1.3. Inversiones de tecnología

Las producciones anuales, analizadas en conjunto con la tecnología disponible en el país, y las inversiones a realizar, nos indican que la selección de un tamaño igual a la demanda esperada año a año es lo más apropiado para trabajar y llegar al objetivo de producir lo que se puede vender. Sin tener demanda insatisfecha del producto para no permitir el ingreso de posibles competidores.

Esto es aceptable porque la demanda proyectada se puede producir, ya que los proveedores contactados disponen de la capacidad de abastecer la materia prima en tiempo y forma.

#### 4.1.4. Rendimiento de materia prima en la planta

El rendimiento de la materia prima se debe a consecuencias tecnológicas y económicas que se detallan a continuación:

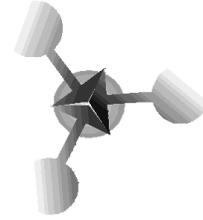
- Para una reacción de polimerización, se exige que el rendimiento deba ser de 0,85 como mínimo, para que la misma sea económicamente viable
- Como los tres compuestos que se ingresan a la columna de destilación son de marcada diferencia de temperatura de ebullición, se establece que la eficiencia de la columna de vacío es del orden del 100%

Por los rendimientos expuestos anteriormente y observando el balance global de materia se puede observar que el rendimiento global de la materia prima es de 52,5 %.



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



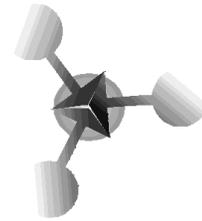
## 4.2. CAPACIDAD DE LA PLANTA

La Capacidad instalada de la planta es diseñada para un 25 % mayor a la demanda esperada para el año 10 (diez) por motivos de ampliación del mercado si existiera. Este valor es de unos 1.344 kg/día o lo que es equivalente a 490.560 kg anuales.



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



## CAPITULO 5

### LOCALIZACIÓN

#### 5.1. CRITERIOS DE MACRO LOCALIZACIÓN

Para poder llegar a la localización puntual del emprendimiento se deben tener en cuenta ciertos criterios de una zona extensa apropiada para su instalación.

##### 5.1.1. Ubicación de los proveedores de materia prima e insumos

Uno de los factores más determinantes es la cercanía a los proveedores ya que la materia prima presenta valores elevados y una excesiva distancia incrementa el valor final del mismo debido al mayor costo del transporte. Lo más acertado sería un emplazamiento cercano a los proveedores ya que los volúmenes a transportar son mucho mayor que los que se deben movilizar de producto final.

El análisis anterior sumado al estudio del lugar geográfica de instalación de los potenciales consumidores da una idea del espacio macro del futuro asentamiento de la empresa.

En la Figura 5.1, se observa la distribución de los mayores proveedores de materia prima e insumos, los mismos ubican en zonas industriales o cercanas a éstas.

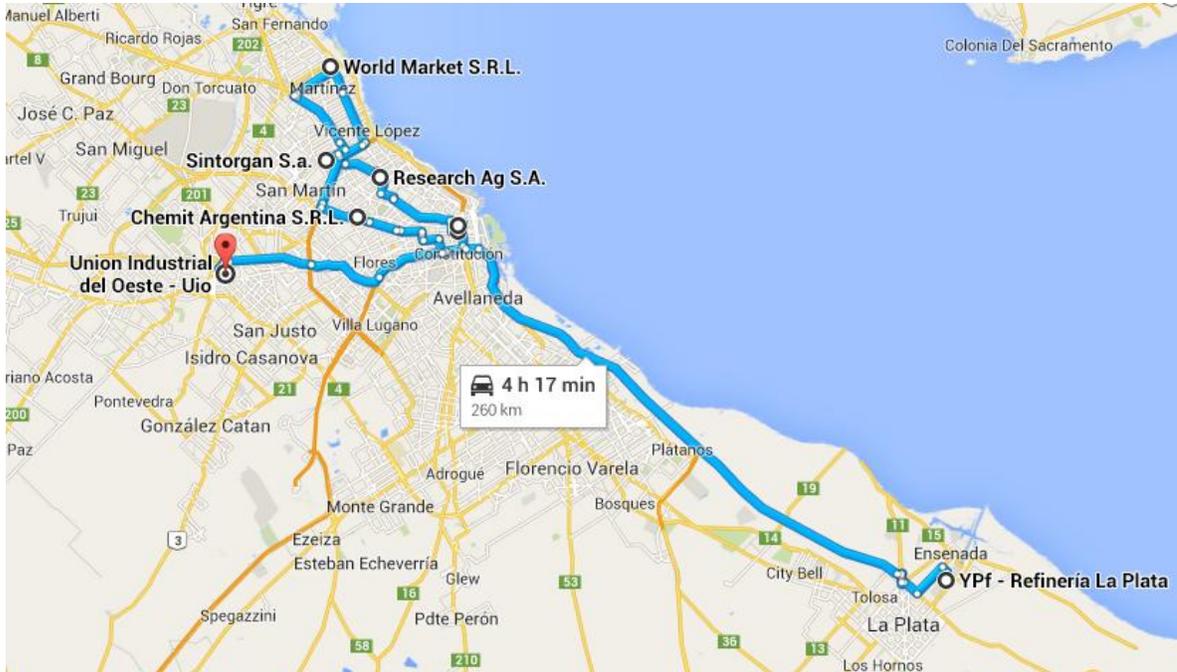
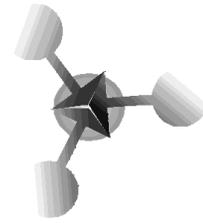


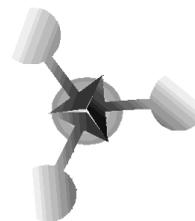
Figura 5.1 Distribución de los mayores proveedores de materia prima e insumos en Buenos Aires.

### 5.1.2. Infraestructura para transporte

Otro de los factores a analizar es que el emprendimiento posea variadas vías de transporte para el fácil acceso a los proveedores, y así evitar retrasos en la entrega de los insumos y materia prima. Si bien lo anterior indica que también se puede comercializar por éstas vías de forma amplia, si se proyecta hacia mercados internacionales una salida para el comercio exterior se puede lograr por medio de acceso al mar mediante puertos.

### 5.1.3. Beneficios impositivos

Además de lo expuesto anteriormente no se debe olvidar los beneficios impositivos, entre otros, que son de importancia y tenidos en cuenta en la Ley 13.656 (de promoción industrial) en lo que se refiere a exención de impuestos: inmobiliario, sobre los ingresos brutos, sellos, automotores, sobre los consumos energéticos y otros servicios públicos.



Este beneficio varía a futuro de acuerdo a una clasificación establecida por la ley previamente mencionada.

#### 5.1.4. Presencia de parques industriales

Los parques industriales son zonas de asentamiento de emprendimientos que gozan de los servicios y beneficios acordes diferentes tipos de industrias y agrupadas en los mismos de acuerdo a sus productos, subproductos y de la contaminación que generan.

Las cuatro provincias de interés, por el mercado demandante que poseen, tienen una cierta cantidad de parques industriales con diferentes características. Por esto mismo se debe tener en cuenta que industrias similares se han asentado en cada parque industrial pensando como alternativa para la ubicación de la planta productiva.

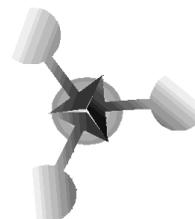
#### 5.1.5. Análisis de las alternativas de macrolocalización

Después de lo analizado en los puntos anteriores y haciendo uso del método de FACTORES PONDERADOS se toma la decisión de la mejor opción.

Tabla 5.1 Método de Factores Ponderados para la selección de la localización.

| Escala                  |               |                          |             |              |             |              |            |   |    |
|-------------------------|---------------|--------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|------------|---|----|
| 1                       | 2             | 3                        | 4           | 5            | 6           | 7            | 8          | 9 | 10 |
| FACTORES                | PESO RELATIVO | ALTERNATIVAS (Provincia) |             |              |             |              |            |   |    |
|                         |               | Buenos Aires             |             | Córdoba      |             | Mendoza      |            |   |    |
|                         |               | Ponderación              | Producto    | Ponderación  | Producto    | Ponderación  | Producto   |   |    |
| Cercanía a              | 0,4           | 10                       | 4           | 9            | 3,6         | 9            | 3,6        |   |    |
| Infraestructura de      | 0,3           | 10                       | 3           | 9            | 2,7         | 7            | 2,1        |   |    |
| Beneficios impositivos  | 0,05          | 9                        | 0,45        | 9            | 0,45        | 6            | 0,3        |   |    |
| Presencia de parques    | 0,25          | 10                       | 2,5         | 10           | 2,5         | 10           | 2,5        |   |    |
| <b>PUNTUACION TOTAL</b> | <b>1</b>      | <b>TOTAL</b>             | <b>9,95</b> | <b>TOTAL</b> | <b>9,25</b> | <b>TOTAL</b> | <b>8,5</b> |   |    |

Se concluye que la provincia con condiciones más apropiadas para el asentamiento de la planta productiva es Buenos Aires.



## 5.2. CRITERIOS DE MICROLOCALIZACIÓN

Para una mayor claridad de la disposición final de la Planta de PLA se analizan los factores que se desarrollan a continuación.

Todos los factores analizados a continuación servirán para la decisión del mejor Parque Industrial para el asentamiento de la planta de PLA.

### 5.2.1. Cercanía a proveedores de materia prima e insumos

Siguiendo los mismos lineamientos del punto de macrolocalización se recurre a analizar la ubicación geográfica de los proveedores tanto de materia prima como de insumos. Si observamos las distancias en las tablas e imágenes a continuación podemos ver claramente que parque industrial es más conveniente para el emprendimiento.

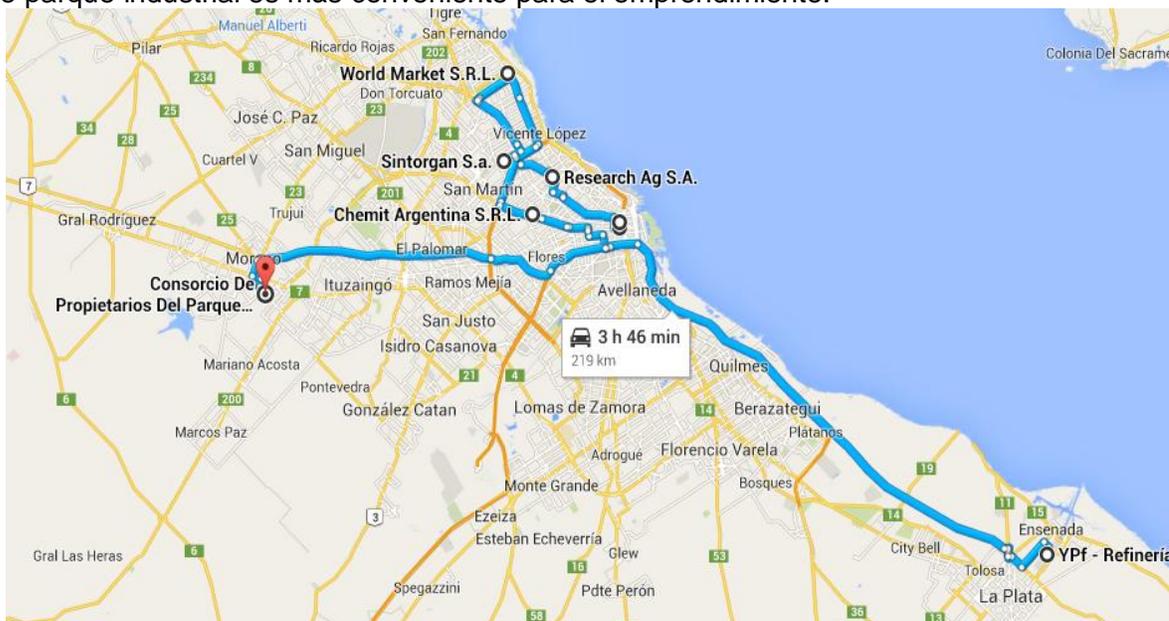


Figura 5.2 Ubicación geográfica de los proveedores tanto de materia prima como de insumos.

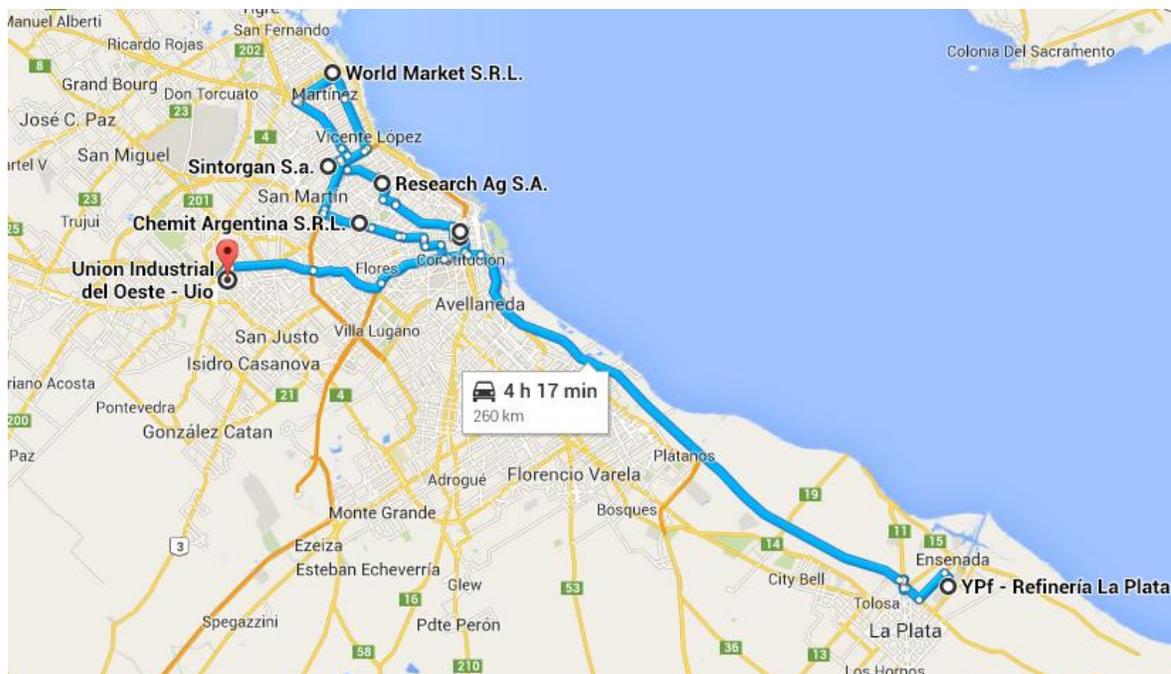
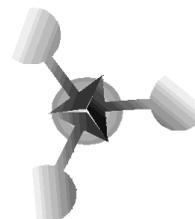
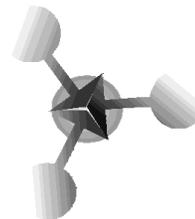


Figura 5.3 Ubicación geográfica de los proveedores tanto de materia prima como de insumos.

Tabla 5.2 Distancias entre los parques industriales y los proveedores tanto de materia prima como de insumos.

| Parque                   | Proveedor               | MP o insumo | Distancia (km) | Promedio |
|--------------------------|-------------------------|-------------|----------------|----------|
| Industrial del Oeste     | Central Química del Sud | Ac. Láctico | 27             | 24,1     |
|                          | Inmobal nutrer          |             | 26,5           |          |
|                          | Research AG SA          |             | 23,6           |          |
|                          | Sintorgan SA            |             | 19,3           |          |
|                          | World Market            | Oct. de Sn  | 17,8           | 23,6     |
|                          | Chemit Argentina        |             | 29,4           |          |
|                          | YPF SA                  | Metanol     | 82,1           | 82,1     |
| Industrial La Cantábrica | Central Química del Sud | Ac. Láctico | 46,1           | 41,975   |
|                          | Inmobal nutrer          |             | 43,8           |          |
|                          | Research AG SA          |             | 40,9           |          |
|                          | Sintorgan SA            |             | 37,1           |          |
|                          | World Market            | Oct. de Sn  | 40,8           | 37,95    |
|                          | Chemit Argentina        |             | 35,1           |          |
|                          |                         | YPF SA      | Metanol        | 99,2     |



## 5.3. COMPARACIÓN DE PARQUES INDUSTRIALES

### 5.3.1. Infraestructura de transporte

Se debe analizar este factor para estar seguro de que tanto la materia e insumos, así como el producto terminado tendrán el acceso para el ingreso o egreso adecuado, según sea el destino.

#### Parque industrial la Cantábrica II

Se localiza en la localidad de Haedo en el partido de Morón cuyas vías de acceso desde Capital Federal y el interior es por medio de rutas y autopistas, por vía ferroviaria por las líneas del ferrocarril Sarmiento, Ex Mitre, Belgrano Norte, entre otros. También tiene acceso por vía aérea por medio del Aeropuerto Internacional de Ezeiza y Jorge Newbery, Y por último, y no menos importante, es la vía marítima por medio del Puerto de Buenos Aires a 25 km del mismo.

Está ubicado en Tres Arroyos 329, Haedo, Provincia de Buenos Aires, Republica Argentina.

En lo que respecta al Parque Industrial La Cantábrica II se observa la siguiente infraestructura para el transporte tanto de materia prima e insumos como de producto terminado.

Vía caminera:

Desde Capital Federal: Autopista 25 de mayo - Autopista del Oeste.

Desde el Interior:

- 1) Norte: Rutas 8 y 9 - Ruta panamericana - Camino del Buen Aire - Autopista del Oeste.
- 2) Centro: Ruta 5 y 7 - Autopista del Oeste.
- 3) Sur: Ruta 2 y 3 - Ruta 4 (camino de cintura).

Vía Ferroviaria:

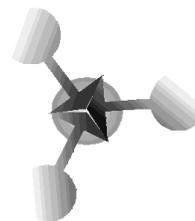
Ferrocarril Sarmiento: Dicha línea ferroviaria recorre desde Once a Moreno.

Se puede hacer combinación con el ex ferrocarril Sarmiento en la estación Retiro con los siguientes ferrocarriles: Ex Ferrocarril Mitre: Tiene varios recorridos: desde Retiro a Escobar, a Rosario, a Mitre y a Tigre.



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



Ferrocarril Belgrano Norte: Su recorrido es desde Va. Rosa a Retiro. Ex Ferrocarril San Martín: Su recorrido va desde Retiro a Pilar.

Ex Ferrocarril Roca: El ex Ferrocarril Roca puede hacer combinación con el ex ferrocarril Sarmiento en la estación Haedo.

La mencionada línea ferroviaria tiene varios recorridos, desde Constitución a Cañuelas, a Korn y La Plata.

Vía Aérea: Aeropuerto Internacional de Ezeiza: 30 Km. Aeropuerto Jorge Newery: 26 km.  
Vía Marítima: Puerto de Buenos Aires 25 Km.

### **Parque Industrial Franco del Oeste**

Si ahora nos concentramos en el Parque Industrial del Oeste podemos ver su estructura de accesos.

El Parque se encuentra a 45 minutos de la Ciudad de Buenos Aires.

Estratégicamente enclavado en el cruce de las rutas Provinciales N° 24 y N° 25 en el Partido de Moreno, Provincia de Buenos Aires, con acceso directo a rutas N° 6, N° 8, N° 9 y Acceso Oeste.

El EPIBAM (conformado por la Unión Industrial del Oeste, el gobierno de la provincia de Buenos Aires y el Municipio de Morón) es el encargado de la administración del Parque Industrial.

### **5.3.2. Beneficios impositivos**

Por el interés de ser alcanzado por los beneficios de la Ley de Promoción Industrial sería ideal la ubicación de la planta productiva en alguno de los parques industriales cercanos a los proveedores de materia prima. Las opciones ya analizadas representan buenas opciones: Parque Industrial La Cantábrica II y Parque Industrial Franco del Oeste, uno de iniciativa Oficial y el otro Privado, respectivamente.

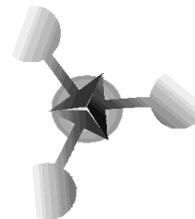
### **5.3.3. Industrias similares**

Las industrias instaladas en ambos parques pertenecen a diferentes rubros: alimenticia, química, caucho, impresión, madera, metalmecánica, metalúrgica, plástica, tejeduría, varios y servicios.



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



A pesar de que el Parque Industrial La Cantábrica I no posee disponibilidad de espacio se puede observar en este predio el asentamiento de empresas de diferentes rubros: metalmecánica, inyección de plásticos, alimentos, entre otros.

Dentro del Decreto 2.995 del PIFO se especifican las industrias que no podrán establecerse en ese predio. No se podrán instalar industrias del rubro petroquímico (hidrocarburos), curtiembres, galvanoplastia, frigorífica o fábricas de pesticidas o venenos en general, órgano-fosforados o clorados (Art. 12, inc. A, Decreto 2.995 Provincia de Buenos Aires).

#### 5.3.4. Infraestructura del Parque Industrial

##### La Cantábrica II

La infraestructura con la que cuenta se detalla a continuación.

- Energía eléctrica: baja y media tensión
- Telefonía: cuenta con capacidad de 600 líneas
- Gas: media tensión de 3 kg/cm<sup>2</sup>
- Cisterna y tanque de agua
- Desagües pluviales y cloacales
- Planta de tratamiento de efluentes industriales
- Cerco perimetral
- Báscula; permite controlar el peso de los camiones que ingresan al parque
- Áreas de estacionamiento
- Áreas verdes y de esparcimiento
- Calles internas

Los servicios que poseen en común las empresas que pertenecen a este parque son: comedor, depósito centralizado, sala de conferencias, seguridad, sede del Banco Provincia y el servicio de medicina laboral (pre y pos ocupacional).

Los lotes o naves industriales en desuso para empresas nuevas, como es este caso, no se hallan disponibles en el proyecto de Cantábrica I, pero se encuentra en proceso administrativo el Proyecto La Cantábrica II.

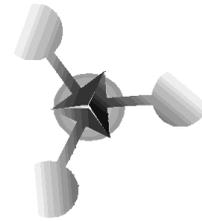
##### Parque Industrial Franco del Oeste

El Parque Industrial del Oeste se presenta como la mejor opción privada para las pequeñas y medianas industrias que requieren lotes industriales de pequeñas superficies con todos los servicios. Excelente conectividad vial y seguridad en un marco de alta calidad ambiental.



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



Consiste en un fraccionamiento industrial compuesto por 37 parcelas que van desde los 2.000 m<sup>2</sup> en adelante.

Existe un lote de 6.607 m<sup>2</sup> exento del Parque para equipamiento de servicio de ruta (Estación de Servicio), con las previsiones de seguridad para su acceso a través de colectoras en virtud de encontrarse frente a un nodo de rutas de alto tránsito.

El parque cuenta con seguridad privada las 24 hs., los 365 días del año, acceso peatonal con tarjeta magnética, cámaras de vigilancia y garita blindada.

En cuanto a su infraestructura cuenta con los siguientes servicios:

- Altimetría 30 m. I.G.M.
- Suelo apto para fundar: estructuras de alta exigencia
- Pavimento de hormigón de 7 m. de ancho y de 18 cm. de espesor H30
- Gas industrial de media presión: 25 kg/cm<sup>2</sup>
- Fuerza motriz
- Desagüe industrial
- Banda forestal de 15 m.
- Alumbrado público que recorre la totalidad del predio
- Alumbrado olímpico perimetral
- Amplitud de calles para permitir la fácil maniobra de camiones de gran envergadura.

### 5.3.5. Disponibilidad de espacio

#### La Cantábrica II

El Proyecto La Cantábrica I se encuentra completo en su totalidad, pero se encuentran en proceso administrativo el Proyecto La Cantábrica II, el cual estará disponible en el transcurso del año 2.014.

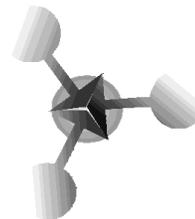
#### Franco del Oeste

En cuanto al Parque Industrial Franco del Oeste (PIFO) se encuentran a disposición lotes vírgenes con las habilitaciones de todos los servicios y su compra se realiza mediante la firma Pastura Propiedades.



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



### **5.3.6. Disponibilidad de naves industriales para arrendamiento o leasing**

Ninguno de los asentamientos industriales se encuentra con la disponibilidad de naves industriales (edificios) para arrendamiento o leasing, los mismos poseen la misma modalidad de compra de lote y edificación por parte del emprendedor.

### **5.3.7. Modalidad de adquisición**

#### **La Cantábrica II**

El Parque la Cantábrica II es de iniciativa Oficial, es decir aquel en el que la adquisición de las tierras y la construcción de la totalidad de las obras de infraestructura básica están a cargo, conjunta o separadamente del Estado Provincial y las Municipalidades.

#### **Franco del Oeste**

El PIFO comercializa sus lotes o fracciones no menores a 2.000 m<sup>2</sup>, a través de la firma Pastura Propiedades, a un valor de 150 U\$/m<sup>2</sup> (E.E.U.U.) pago contado debido a la situación económico-financiera del País.

## **5.4. TOMA DE DECISIÓN**

En base a las descripciones de los dos parques industriales y según los criterios expuestos y desarrollados se está en condiciones de elegir que Parque Industrial es el más apto para el futuro emplazamiento:

Cualquiera sea los casos a elegir primero se debe obtener una categorización del emprendimiento para luego tramitar el Certificado de Aptitud Ambiental (CAA) del mismo, si ha sido categorizado como de 2° ó 3° categoría.

Después de todo lo analizado en los puntos anteriores y haciendo uso del método de FACTORES PONDERADOS se toma la decisión de la mejor opción.

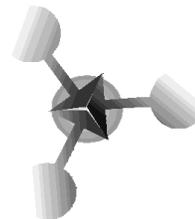
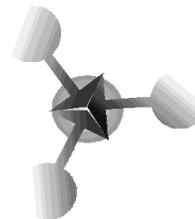


Tabla 5.3 Método de Factores Ponderados para la selección de la localización.

| Escala                  | 1        | 2                | 3 | 4 | 5 | 6 | 7                | 8 | 9 | 10 |  |              |             |  |
|-------------------------|----------|------------------|---|---|---|---|------------------|---|---|----|--|--------------|-------------|--|
| FACTORES                | P.R.     | ALTERNATIVAS     |   |   |   |   |                  |   |   |    |  |              |             |  |
|                         |          | Franco del Oeste |   |   |   |   | La Cantábrica II |   |   |    |  |              |             |  |
|                         |          | Ponderación      |   |   |   |   | Producto         |   |   |    |  |              |             |  |
| Cercanía a              | 0,4      | 10               |   |   |   |   | 3,5              |   |   |    |  | 9            | 3,15        |  |
| Infraestructura de      | 0,3      | 8                |   |   |   |   | 2,4              |   |   |    |  | 10           | 3           |  |
| Beneficios              | 0,2      | 8                |   |   |   |   | 1,6              |   |   |    |  | 8            | 1,6         |  |
| Costos de instalación   | 0,1      | 5                |   |   |   |   | 0,5              |   |   |    |  | 9            | 0,9         |  |
| Mano de obra            | 0,1      | 10               |   |   |   |   | 0,5              |   |   |    |  | 10           | 0,5         |  |
| <b>PUNTUACIÓN TOTAL</b> | <b>1</b> | <b>TOTAL</b>     |   |   |   |   | <b>8,5</b>       |   |   |    |  | <b>TOTAL</b> | <b>9,15</b> |  |

## 5.5. CONCLUSIÓN

Se determina que el mejor asentamiento es en la provincia de Buenos Aires en el Parque Industrial La Cantábrica II, por los diversos motivos explicados anteriormente además de la existencia de industrias similares asentadas en este lugar.



## CAPÍTULO 6

### LOS ASPECTOS JURÍDICOS, NORMATIVOS Y ORGANIZACIONALES

#### 6.1 MARCO LEGAL

##### 6.1.1 Leyes Nacionales

- Ley de Promoción Industrial N° 13.656

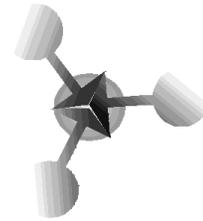
La presente Ley tiene como finalidad:

- a) Favorecer el desarrollo integral y armónico de la economía provincial;
- b) Promover:
  - El desarrollo industrial de la Provincia a fin de consolidar su progreso económico con el objetivo de alcanzar el pleno empleo;
  - La radicación industrial priorizando la descentralización económica con miras a afianzar núcleos de población y lograr un desarrollo geográfico equilibrado;
  - La localización de industrias en los Agrupamientos Industriales aprobados por el Poder Ejecutivo Provincial.
  - La radicación de empresas que brinden servicios a la industria y resulten de importancia relevante para su desarrollo
- c) Estimular:
  - La formación de sistemas productivos regionales, constituidos por agrupaciones de empresas altamente especializadas, que tengan: proximidad geográfica, problemáticas productivas similares o complementarias y que se asocien para lograr ventajas competitivas.
  - El mejoramiento de la capacitación de la mano de obra con el objetivo de elevar la competitividad de la industria provincial.
  - La vinculación de la industria con el sistema provincial de innovación tecnológica.
- d) Ayudar a la preservación del medio ambiente y al uso racional de los recursos naturales;
- e) Apoyar el desarrollo e incorporación de tecnología en la industria con el objetivo de modernizar y tornar altamente competitivo al sistema productivo provincial;
- f) Propender:
  - Al desarrollo del tejido productivo provincial mediante el incentivo a las pequeñas y medianas industrias a través de la facilitación del acceso a los beneficios de la presente ley con requerimientos procesales adecuados a las condiciones de las mismas.
  - Al desarrollo de la industria provincial en consonancia con el interés general de la Nación.



**Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.**



g) Mejorar la competitividad de la industria provincial mediante la incorporación de tecnología y la adopción de modernos métodos de gestión.

- LEY IX - Nº 11 (Antes Ley 1.882) LEY SOBRE PARQUES INDUSTRIALES. Artículo 3º.- : sobre Parques industriales.

- Ley Nº 3.147/09 - Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires  
La presente Ley tiene por objeto fomentar el desarrollo de la producción de bolsas biodegradables; la reducción progresiva y posterior prohibición en la entrega de bolsas no biodegradables por parte de los comercios; y la sustitución de sobres y bolsas no biodegradables por aquellos que sí lo son.

Su finalidad es contribuir con la minimización en la generación de residuos y disminución en el volumen de la disposición final de aquellos que no sean biodegradables. Es una medida de incentivo económico para el desarrollo de la tecnología, en especial a PYMES, con el objeto de facilitar la reconversión del sector productivo para la fabricación de bolsas biodegradables.

- Ley 19.587- Sobre Higiene y Seguridad en el trabajo  
La higiene y seguridad en el trabajo comprenderá las normas técnicas y medidas sanitarias, precautorias, de tutela o de cualquier otra índole que tengan por objeto:  
a) proteger la vida, preservar y mantener la integridad psicofísica de los trabajadores;  
b) prevenir, reducir, eliminar o aislar los riesgos de los distintos centros o puestos de trabajo;  
c) estimular y desarrollar una actitud positiva respecto de la prevención de los accidentes o enfermedades que puedan derivarse de la actividad laboral.

- Calidad de Agua Ambiente de la Subsecretaría de Recursos Hídricos (2005)  
Establece niveles guía de agua para diferentes usos propuestos para la Cuenca del Plata.

- Ley 24.051 (1993) – Residuos Peligrosos Reglamentarias y modificatorias  
Regula la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos quedarán sujetos a las disposiciones de la presente ley, cuando se tratare de residuos generados o ubicados en lugares sometidos a jurisdicción nacional.  
Será considerado peligroso, a los efectos de esta ley, todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general y en particular.

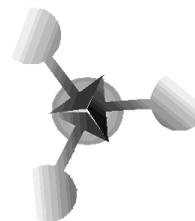
Regula también lo referente a la generación, transporte, operación y disposición final de los residuos, así como lo relativo a las responsabilidades, caracterización y categorías según los residuos de que se trate.

Introdujo una reforma al Código Penal, estableciendo que será reprimido con las mismas penas establecidas en el art. 200, el que utilizando los residuos a los que se refiere la Ley 24.051,



**Universidad Nacional de Cuyo**  
**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.**



envenenare, adulterare o contaminare de un modo peligroso para la salud, el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general.

- Ley N° 2.214/06 de Residuos Peligrosos de la ciudad autónoma de Buenos Aires  
La presente ley regula la generación, manipulación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Los objetivos de la presente ley son, promover una gestión ambientalmente adecuada de los residuos peligrosos, promover la minimización en cantidad y peligrosidad de los residuos peligrosos generados, promover la recuperación, el reciclado y la reutilización de los residuos peligrosos.

- Ley 24.449 – Tránsito  
La Ley de Tránsito dispone en su “Anexo S” la aprobación de normas funcionales que conforman el Reglamento General de Transporte de Materiales Peligrosos por Carretera. Determina las condiciones del transporte, condiciones de embalaje, documentación, procedimiento en caso de emergencias, deberes y obligaciones del transportista, del expedidor y del destinatario.

- Resolución SOPyT Nro. 195/97 – Transporte Mercadería peligrosa  
Aprueba las Disposiciones Generales para el Transporte de Mercancías Peligrosas, aplicables al transporte de mercancías peligrosas de cualquier clase, constituyendo las precauciones mínimas que deben ser observadas para la prevención de accidentes, o bien para disminuir los efectos de un accidente o emergencia, debiendo ser complementadas con las disposiciones particulares aplicables a cada clase de mercadería.

Las unidades de transporte comprenden a los vehículos de carga y vehículos cisterna o tanque de transporte por carretera, y a los contenedores de carga o contenedores cisterna o tanque para transporte multimodal.

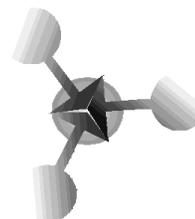
Proporciona las características de los elementos identificatorios de riesgo para las unidades de transporte

- Ley 25.675 – Ley General del Ambiente  
Es denominada “Ley General del Ambiente” (LGA) y establece los presupuestos mínimos los principios de la política ambiental nacional. Estas disposiciones son operativas, de o público y rigen para todo el territorio de la Nación. Las mismas se utilizarán par interpretación y aplicación de la legislación específica sobre la materia.



**Universidad Nacional de Cuyo**  
**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.**



Consagra, entre otros, los siguientes principios:

**Prevención:** Las causas y fuentes de los problemas ambientales deberán atenderse en forma prioritaria e integrada, tratando de prevenir los efectos negativos que pudieren tener sobre el ambiente.

**Precautorio:** Cuando exista peligro de daño grave e irreversible deberán tomarse todas las medidas necesarias para evitar su producción, sin que sea justificación la inexistencia de certeza científica o ausencia de información al respecto.

**Responsabilidad:** El generador de efectos degradantes del ambiente, actuales o futuros, es responsable de los costos de las acciones preventivas y correctivas de recomposición, sin perjuicio de la vigencia de los sistemas de responsabilidad ambiental que correspondan.

En su art. 8 establece como instrumento de la política ambiental la evaluación de Impacto Ambiental.

Los estudios de impacto ambiental deberán contener, como mínimo, una descripción detallada del proyecto de la obra o actividad a realizar, la identificación de las consecuencias sobre el ambiente, y las acciones destinadas a mitigar los efectos negativos.

La información Ambiental, se encuentra prevista en el art. 16 y establece también la obligación de las personas jurídicas, públicas o privadas de proporcionar información ambiental.

Por otra parte, en los arts. 27 a 33 se define al daño ambiental como toda alteración relevante que modifique negativamente el ambiente.

- **Ley 25.688 – Régimen de Gestión Ambiental de Aguas**  
Establece los presupuestos mínimos ambientales, para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional.

- **Ley 25.831 – Información Ambiental**  
Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental, para garantizar el derecho de acceso a la información ambiental que se encontrare en poder del Estado, tanto en el ámbito nacional como provincial, municipal y de la Ciudad de Buenos Aires, como así también de entes autárquicos y empresas prestadoras de servicios públicos, sean públicas, privadas o mixtas.

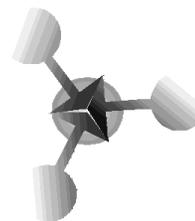
- **Ley 20.744 de Contratos de Trabajo**

Establece que es el contrato de trabajo y la relación de trabajo, especificando las partes involucradas en el mismo. Determina los requisitos esenciales y formales necesarios. Fija el



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



objeto, la formación, la forma y prueba del contrato de trabajo. Estipula los derechos y deberes de las partes, y la formación profesional requerida.

### 6.1.2 Leyes Provinciales

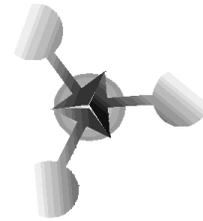
- Ley 11.820 (1996) - establece el marco regulatorio para la prestación de los servicios públicos de provisión de agua potable y desagües cloacales en la Provincia de Buenos Aires, y las condiciones particulares de regulación para la concesión de los servicios sanitarios de jurisdicción provincial.
- Código Aduanero Argentino
- Ley 13.868 - Prohibir en todo el territorio de la Provincia de Buenos Aires, el uso de bolsas de polietileno y todo otro material plástico convencional, utilizadas y entregadas por supermercados, autoservicios, almacenes y comercios en general para transporte de productos o mercaderías.

Los materiales referidos deberán ser progresivamente reemplazados por contenedores de material degradable y/o biodegradable que resulten compatibles con la minimización de impacto ambiental.

La presente Ley no será aplicable cuando por cuestiones de asepsia las bolsas de polietileno y todo otro material plástico convencional deban ser utilizadas para contener alimentos o insumos húmedos elaborados o preelaborados y no resulte factible la utilización de un sustituto degradable y/o biodegradable en términos compatibles con la minimización de impacto.

### 6.1.3 Leyes y Acuerdos Internacionales

- Canadian Environmental Quality Guidelines (2002), es ley nacional, recomienda límites para diferentes parámetros de calidad del ambiente (agua, aire, suelo, sedimentos).
- Normas Europeas sobre biopolímeros compostables: EN 13432, UNE-EN 13432:2001, EN 14995:2006 y UNE-EN 14995-2007
- Directiva Europea 94/62/EC, relativa a los envases y residuos de envases.
- ISO 17088:2008
- Certificaciones internacionales: ASTM D6400; D6868 y Esquema de Certificación GREEN PLA.



## 6.2 LOS ASPECTOS ORGANIZACIONALES

Después del análisis de la demanda proyectada y la producción anual definida se llega al siguiente organigrama, el cual se cree evoluciona de la manera más correcta para suplir las actividades de la empresa.

Se puede observar que los requerimientos de la experiencia en el personal no es elevada, ya que la empresa apunta al ingreso de profesionales junior o semisenior por dos motivos: fomentar el ingreso de personas de poca experiencia con grandes aspiraciones y con ganas de aprender, así como la minimización en la remuneración mensual.

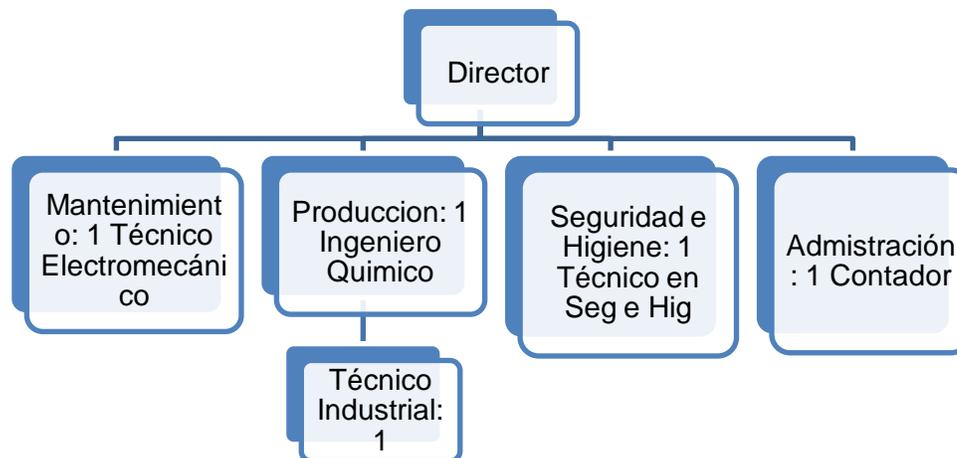
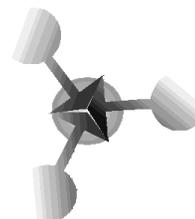


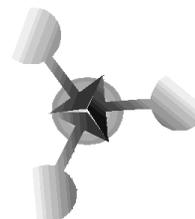
Figura 6.1 Organigrama de la empresa



## 6.2.1 Recursos Humanos (Perfiles - Competencias personales y técnicas)

Tabla 6.1 Ficha de puesto de trabajo para director de proyecto

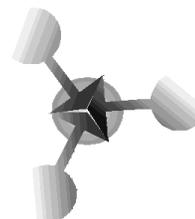
|   |  |   |   |  |
|---|--|---|---|--|
| FICHA DE PUESTO DE TRABAJO  | Código:  |   |   |  |
|   | Edición:   | 1 |   |  |
|   | Fecha:   |   |   |  |
| DENOMINACIÓN DEL PUESTO:<br><b>DIRECTOR DE PROYECTO</b>   |  |   |   |  |
| <p>FUNCIONES:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> <input checked="" type="checkbox"/> Compras<br/> <input checked="" type="checkbox"/> Comercial / Atención al cliente<br/> <input type="checkbox"/> Calidad<br/> <input type="checkbox"/> Logística externa<br/> <input checked="" type="checkbox"/> Producción<br/> <input type="checkbox"/> Diseño del proceso         </td> <td style="width: 50%; border: none;"> <input type="checkbox"/> Contabilidad / Finanzas<br/> <input type="checkbox"/> RR.HH. / Administración<br/> <input type="checkbox"/> Mantenimiento &amp; Almacén<br/> <input type="checkbox"/> Logística interna<br/> <input type="checkbox"/> Cambio de utillajes, ajuste de máquinas<br/> <input type="checkbox"/> </td> </tr> </table> |  |   | <input checked="" type="checkbox"/> Compras<br><input checked="" type="checkbox"/> Comercial / Atención al cliente<br><input type="checkbox"/> Calidad<br><input type="checkbox"/> Logística externa<br><input checked="" type="checkbox"/> Producción<br><input type="checkbox"/> Diseño del proceso | <input type="checkbox"/> Contabilidad / Finanzas<br><input type="checkbox"/> RR.HH. / Administración<br><input type="checkbox"/> Mantenimiento & Almacén<br><input type="checkbox"/> Logística interna<br><input type="checkbox"/> Cambio de utillajes, ajuste de máquinas<br><input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> Compras<br><input checked="" type="checkbox"/> Comercial / Atención al cliente<br><input type="checkbox"/> Calidad<br><input type="checkbox"/> Logística externa<br><input checked="" type="checkbox"/> Producción<br><input type="checkbox"/> Diseño del proceso   | <input type="checkbox"/> Contabilidad / Finanzas<br><input type="checkbox"/> RR.HH. / Administración<br><input type="checkbox"/> Mantenimiento & Almacén<br><input type="checkbox"/> Logística interna<br><input type="checkbox"/> Cambio de utillajes, ajuste de máquinas<br><input type="checkbox"/> |   |   |  |
| <p>RESPONSABILIDADES:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Será el responsable del manejo y gestión de la empresa</li> <li>· Encargado de la búsqueda y toma de nuevos clientes</li> <li>· A cargo del área de producción</li> <li>· Colaborará en la producción</li> <li>· Responsable del área de compras</li> <li>· Mediador en los conflictos internos y externos</li> </ul>  |  |   |   |  |
| COMPETENCIA NECESARIA PARA EL PUESTO DE TRABAJO   |  |   |   |  |
| FORMACIÓN   |  |   |   |  |
| Ingeniero Químico con conocimientos en tecnología y química de polimerización.  |  |   |   |  |
| EXPERIENCIA   |  |   |   |  |
| Será primordial haber trabajado en la realización de la puesta en marcha de la empresa y la planta productiva.  |  |   |   |  |
| APTITUDES   |  |   |   |  |
| Capacidad de trabajo, responsabilidad, y atención.  |  |   |   |  |



|                |                   |
|----------------|-------------------|
| OBSERVACIONES: | Firma:            |
|                | Fecha:<br>_/_/___ |

Tabla 6.2 Ficha de puesto de trabajo para responsable de producción

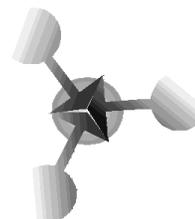
|  |                                 |   |   |
|--|---------------------------------|---|---|
| FICHA DE PUESTO DE TRABAJO   |                                 | Código:                                 |   |
|  |                                 | Edición:                                | 1 |
|  |                                 | Fecha:                                  |   |
| DENOMINACIÓN DEL PUESTO:   |                                 |   |   |
| <b>RESPONSABLE DE PRODUCCIÓN</b>   |                                 |   |   |
| FUNCIONES:   |                                 |   |   |
| <input checked="" type="checkbox"/>  | Compras                         | Contabilidad / Finanzas                 | / |
| <input checked="" type="checkbox"/>  | Comercial / Atención al cliente | RR.HH. / Administración                 | / |
| <input type="checkbox"/>   | Calidad                         | Mantenimiento & Almacén                 | & |
| <input type="checkbox"/>   | Logística externa               | Logística interna                       |   |
| <input checked="" type="checkbox"/>  | Producción                      | Cambio de utillajes, ajuste de máquinas |   |
| <input type="checkbox"/>   | Diseño del proceso              |   |   |
| RESPONSABILIDADES:   |                                 |   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>· Responsable del área de producción</li> <li>· Reemplaza al director de proyecto en sus funciones en la producción en su ausencia</li> <li>· Responde al Director de Proyecto</li> <li>· Colabora en la producción</li> <li>· Realiza ventas telefónicas y atenderá reclamos debido a las mismas</li> <li>· Busca mejoras para la línea de producción</li> <li>· Tiene a su cargo al operario de producción</li> </ul> |                                 |   |   |
| <input type="checkbox"/>   |                                 |   |   |
| COMPETENCIA NECESARIA PARA EL PUESTO DE TRABAJO  |                                 |   |   |
| FORMACIÓN  |                                 |   |   |
| Ingeniero Químico con conocimientos en tecnología y química de polimerización.   |                                 |   |   |
| EXPERIENCIA  |                                 |   |   |
| Con un mínimo de experiencia de 1 (uno) años en rubros similares.  |                                 |   |   |
| APTITUDES  |                                 |   |   |



|  |                 |
|--|-----------------|
| Capacidad de trabajo, responsabilidad, y atención. |                 |
| OBSERVACIONES:                                     | Firma:          |
|  |                 |
|  | Fecha: __/__/__ |

Tabla 6.3 Ficha de puesto de trabajo para operario de producción

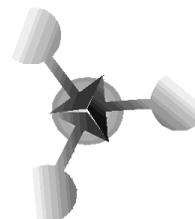
|  |                                 |                                     |  |
|--|---------------------------------|-------------------------------------|--|
|  |                                 | Código:                             |  |
|  |                                 | Edición:                            | 1  |
|  | FICHA DE PUESTO DE TRABAJO      | Fecha:                              |  |
| DENOMINACIÓN DEL PUESTO:   |                                 |                                     |  |
| <b>OPERARIO DE PRODUCCIÓN</b>  |                                 |                                     |  |
| FUNCIONES:   |                                 |                                     |  |
| <input checked="" type="checkbox"/>  | Compras                         | <input type="checkbox"/>            | Contabilidad /                             |
| <input checked="" type="checkbox"/>  | Comercial / Atención al cliente | <input type="checkbox"/>            | Finanzas /                                 |
| <input type="checkbox"/>   | Calidad                         | <input checked="" type="checkbox"/> | RR.HH. /                                   |
| <input type="checkbox"/>   | Logística externa               | <input type="checkbox"/>            | Administración &                           |
| <input checked="" type="checkbox"/>  | Producción                      | <input type="checkbox"/>            | Mantenimiento &                            |
| <input type="checkbox"/>   | Diseño del proceso              | <input type="checkbox"/>            | Almacén                                    |
|  |                                 | <input type="checkbox"/>            | Logística interna                          |
|  |                                 | <input type="checkbox"/>            | Cambio de utillajes,<br>ajuste de máquinas |
| RESPONSABILIDADES:   |                                 |                                     |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>· Realiza tareas de producción</li> <li>· Busca mejoras en la línea de producción</li> <li>· Responde al Encargado de Producción</li> <li>· Colabora con las tareas del Director y su Encargado</li> <li>· Ayuda en las tareas de control de calidad de materia prima e insumos</li> <li>· A cargo de la calidad del producto final y su control</li> <li>· Colabora con tareas en el almacén</li> </ul> <input type="checkbox"/> |                                 |                                     |  |
| COMPETENCIA NECESARIA PARA EL PUESTO DE TRABAJO  |                                 |                                     |  |
| FORMACIÓN  |                                 |                                     |  |
| Técnico Industrial Superior  |                                 |                                     |  |
| EXPERIENCIA  |                                 |                                     |  |
| Con un mínimo de experiencia de 1 (uno) años en rubros similares.  |                                 |                                     |  |
| APTITUDES  |                                 |                                     |  |
| Capacidad de trabajo, responsabilidad, y atención.   |                                 |                                     |  |



|                |                 |
|----------------|-----------------|
| OBSERVACIONES: | Firma:          |
|                | Fecha: __/__/__ |

Tabla 6.4 Ficha de puesto de trabajo para responsable de mantenimiento

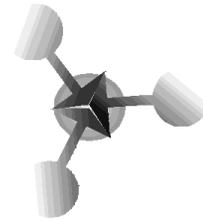
|  |  |   |
|--|--|---|
| FICHA DE PUESTO DE TRABAJO   | Código:  |   |
|  | Edición:   | 1 |
|  | Fecha:   |   |
| DENOMINACIÓN DEL PUESTO:   |  |   |
| <b>RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO</b>  |  |   |
| FUNCIONES:   |  |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Compras  | <input type="checkbox"/> Contabilidad / Finanzas                 |   |
| <input type="checkbox"/> Comercial / Atención al cliente   | <input type="checkbox"/> RR.HH. / Administración                 |   |
| <input type="checkbox"/> Calidad   | <input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento & Almacén      |   |
| <input type="checkbox"/> Logística externa   | <input checked="" type="checkbox"/> Logística interna            |   |
| <input type="checkbox"/> Producción  | <input type="checkbox"/> Cambio de utillajes, ajuste de máquinas |   |
| <input type="checkbox"/> Diseño del proceso  |  |   |
| RESPONSABILIDADES:   |  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>· Responsable del correcto funcionamiento de los equipos de la línea de producción</li> <li>· Encargado de las tareas de mantenimiento y busca mejoras o soluciones</li> <li>· Responde al Director de Proyecto</li> <li>· Colabora con las compra de insumos y materia prima</li> <li>· Responsable del área de almacén</li> <li>· Colabora con el responsable de producción</li> <li>·</li> </ul> |  |   |
| COMPETENCIA NECESARIA PARA EL PUESTO DE TRABAJO  |  |   |
| FORMACIÓN  |  |   |
| Técnico electromecánico  |  |   |
| EXPERIENCIA  |  |   |
| Con un mínimo de experiencia de 2 (dos) años en rubros similares, con conocimientos en tecnología de polimerización y servicios industriales   |  |   |
| APTITUDES  |  |   |
| Capacidad de trabajo, responsabilidad, y atención.   |  |   |



|                |                 |
|----------------|-----------------|
| OBSERVACIONES: | Firma:          |
|                | Fecha: __/__/__ |

Tabla 6.5 Ficha de puesto de trabajo para responsable del área de SSMA

|  |   |   |
|--|---|---|
| FICHA DE PUESTO DE TRABAJO   | Código:   |   |
|  | Edición:  | 1 |
|  | Fecha:  |   |
| DENOMINACIÓN DEL PUESTO:   |   |   |
| <b>RESPONSABLE DEL ÁREA DE SSMA</b>  |   |   |
| FUNCIONES:   |   |   |
| <input type="checkbox"/> Compras   | <input type="checkbox"/> Contabilidad / Finanzas                        |   |
| <input type="checkbox"/> Comercial / Atención al cliente   | <input type="checkbox"/> RR.HH. /                                       |   |
| <input type="checkbox"/> Calidad   | <input type="checkbox"/> Administración                                 |   |
| <input type="checkbox"/> Logística externa   | <input type="checkbox"/> Mantenimiento &                                |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Producción   | <input type="checkbox"/> Almacén  |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Diseño del proceso   | <input type="checkbox"/> Logística interna                              |   |
|  | <input type="checkbox"/> Cambio de utillajes,<br>ajuste de máquinas     |   |
|  | <input checked="" type="checkbox"/> Seguridad, Salud y<br>medioambiente |   |
| RESPONSABILIDADES:   |   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>· Responsable del área de Seguridad, Salud y Medioambiente (SSMA)</li> <li>· Evaluador de los posibles riesgos en la planta y el entorno</li> <li>· Busca la mitigación de impactos ambientales y en la salud del personal</li> <li>· Responde al Director de Proyecto</li> <li>·</li> <li>·</li> <li>·</li> </ul> <input type="checkbox"/> |   |   |
| COMPETENCIA NECESARIA PARA EL PUESTO DE TRABAJO  |   |   |
| FORMACIÓN  |   |   |
| Técnico en Higiene y Seguridad en el trabajo   |   |   |
| EXPERIENCIA  |   |   |
| 1 (uno) año de experiencia en industrias y con conocimientos en normativas medioambientales.   |   |   |
| APTITUDES  |   |   |
| Capacidad de trabajo, responsabilidad, y atención.   |   |   |



|                |                 |
|----------------|-----------------|
| OBSERVACIONES: | Firma:          |
|                | Fecha: __/__/__ |

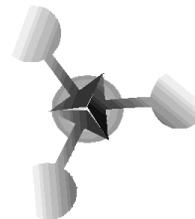
Tabla 6.6 Ficha de puesto de trabajo para gerente de finanzas

|  |  |   |
|--|--|---|
| FICHA DE PUESTO DE TRABAJO   | Código:  |   |
|  | Edición:   | 1 |
|  | Fecha:   |   |
| DENOMINACIÓN DEL PUESTO:   |  |   |
| <b>GERENTE DE FINANZAS</b>   |  |   |
| FUNCIONES:   |  |   |
| <input type="checkbox"/> Compras   | <input checked="" type="checkbox"/> Contabilidad / Finanzas      |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Comercial / Atención al cliente  | <input type="checkbox"/> RR.HH. / Administración                 |   |
| <input type="checkbox"/> Calidad   | <input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento & Almacén      |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Logística externa  | <input type="checkbox"/> Logística interna                       |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Producción   | <input type="checkbox"/> Cambio de utillajes, ajuste de máquinas |   |
| <input type="checkbox"/> Diseño del proceso  | <input type="checkbox"/> Seguridad, Salud y medioambiente        |   |
| RESPONSABILIDADES:   |  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>· Responsable del área de finanzas y contabilidad</li> <li>· Gestión de recursos productivos</li> <li>· Colabora con el responsable de mantenimiento en el almacén</li> <li>· Colabora en la venta de productos</li> <li>· Busca maximizar las ganancias y minimizar los costos</li> <li>· Colabora en la búsqueda de nuevos clientes</li> <li>· Responde al Director de Proyecto</li> <li>·</li> </ul> |  |   |
| COMPETENCIA NECESARIA PARA EL PUESTO DE TRABAJO  |  |   |
| FORMACIÓN  |  |   |
| Contador nacional  |  |   |
| EXPERIENCIA  |  |   |
| 1 (uno) año de experiencia en industrias, en el área de finanzas, contabilidad industrial y gestión empresarial  |  |   |
| APTITUDES  |  |   |
| Capacidad de trabajo, responsabilidad, y atención.   |  |   |
| OBSERVACIONES:   | Firma:   |   |



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



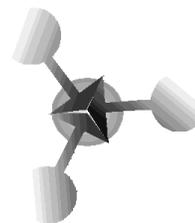
Fecha: \_\_/\_\_/\_\_

## 6.2.2 Remuneraciones

A continuación se definen los sueldos o remuneraciones establecidos para cada integrante de la empresa de acuerdo a valores competitivos para cada profesional según el perfil del puesto.

Tabla 6.7 Remuneración para cada cargo

| <b>Personal</b>      | <b>Cantidad</b> | <b>Remuneración<br/>bruta mensual<br/>(\$)</b> |
|----------------------|-----------------|--|
| Director             | 1               | 24.750   |
| Ingeniero Producción | 1               | 18.150   |
| Técnico producción   | 1               | 14.850   |
| Mantenimiento        | 1               | 14.850   |
| Contador             | 1               | 8.250  |
| Técnico S e H        | 1               | 13.200   |
|                      | <b>6</b>        | <b>\$ 94.050</b>                               |



## CAPITULO 7

### ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL

#### 7.1. INTRODUCCIÓN

El Medio Ambiente es el sistema constituido por los elementos físicos, biológicos, económicos, sociales, culturales y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y la comunidad, determinando la forma, el carácter, el comportamiento y la supervivencia del conjunto.

Se define como Impacto Ambiental a cualquier alteración del Medio Ambiente o de alguno de sus componentes, favorable o desfavorable, generada por una acción o actividad. Esta acción o actividad puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales.

Hay que hacer constar que el término "impacto" no implica negatividad. Un impacto ambiental puede caracterizarse según:

- Su signo como: positivo o negativo;
- Su intensidad como: alto, medio o bajo;
- Su extensión o escala en: puntual, local, o regional;
- El momento: inmediato; a corto o mediano plazo o a largo plazo;
- Su inmediatez en: directo o indirecto
- Su persistencia en el tiempo: fugaz, transitorio, permanente
- Su probabilidad de ocurrencia: eventual o esporádico, periódico o intermitente, continuo
- Su reversibilidad en: reversible o irreversible; y
- Su recuperabilidad en: recuperación baja, media o alta.

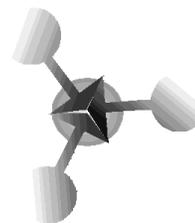
El impacto ambiental, entonces, es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia de la realización del proyecto, y la situación del medio ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin tal actuación; es decir, lo que se registra es la alteración neta positiva o negativa tanto en la calidad del medio ambiente como en la calidad de vida de las personas.



Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



La difícil biodegradabilidad de los plásticos ha llevado a un impacto negativo en el medioambiente, esto ha hecho que se genere un sistema de reciclaje de los mismos, mediante una recolección selectiva, limpieza, selección por tipo de material y finalmente utilizarlos como materia prima adicional, para el moldeado de otros productos.

En los últimos años, el concepto de plástico está evolucionando hacia aquellos materiales cuyo origen es distinto del petróleo y que puedan convertirse en compuestos de características similares. Estos materiales tienen un origen en materias orgánicas, en principio renovables, de ahí el concepto de **Bioplástico**, que además, pueda biodegradarse por la acción de los microorganismos, a corto plazo.

Los **Plásticos Biodegradables** pueden ser fabricados a partir de recursos renovables, tanto de origen animal como vegetal. Es la estructura química lo que hace a un polímero biodegradable, lo diferencia de un polímero convencional, y permite que pueda ser destruido por microorganismos, como hongos y bacterias en ambientes biológicamente activos.

El poli (ácido láctico) o ácido poliláctico (PLA) es un poliéster alifático termoplástico derivado de recursos renovables, de productos tales como almidón de maíz (en los Estados Unidos), tapioca (raíces, o almidón principalmente en Asia) o caña de azúcar (en el resto de mundo). Se pueden biodegradar bajo ciertas condiciones, tales como la presencia de oxígeno. Presenta propiedades semejantes al PET.

## 7.2. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

### 7.2.1. Metodología para la Identificación y Valoración de los Impactos

#### 7.2.1.1. Matriz de Impactos

Esta matriz constituye uno de los elementos esenciales dentro de la Valoración Cualitativa. La matriz de impactos, que es del tipo causa-efecto, consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las acciones impactantes y dispuestas en filas los factores medioambientales susceptibles de recibir impactos.

---

Giaroli, Gisela Natalí

Maggioni, Alfredo Abraham

115

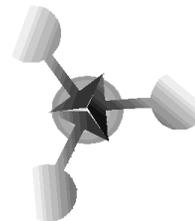
Marzo 2015



**Universidad Nacional de Cuyo**

**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.**



Para su ejecución es necesario identificar las acciones que puedan causar impactos, sobre una serie de factores del medio, o sea determinar la matriz de identificación de efectos. Ambas matrices nos permitirán identificar, prevenir y comunicar los efectos del Proyecto en el Medio, para posteriormente, obtener una valoración de los mismos.

- Identificación de acciones que puedan causar impactos:

De entre las muchas acciones susceptibles de producir impactos, se establecerán dos relaciones definitivas, una para cada período de interés considerado, es decir, acciones susceptibles de producir impactos durante la fase de construcción o instalación y acciones que pueden ser causa de impactos durante la fase de funcionamiento o explotación, o sea, con el proyecto ejecutado. En ocasiones debe introducirse otra relación que es la correspondiente a la fase de abandono o derribo cuando estas circunstancias conlleven algún riesgo de perturbación sobre el medio ambiente, aunque en la mayoría de los casos no suele incluirse.

Hay que tener en cuenta que existen acciones cuyos efectos tienen lugar durante la fase de construcción, pero que por su irreversibilidad, persistencia o duración, el impacto continúa a lo largo de la vida del proyecto.

El número de acciones puede verse aumentado o reducido en aquellos proyectos específicos en los que la lista de acciones resulte demasiado sobria o excesivamente exhaustiva, respectivamente.

- Identificación de los factores ambientales del entorno susceptibles de recibir impactos

Temáticamente, el entorno está constituido por elementos y procesos interrelacionados, los cuales pertenecen a los siguientes sistemas: Medio Físico, Medio Biótico, Medio Perceptual y Medio Socio-Económico y Cultural y dentro de cada uno de ellos los Subsistemas.

A cada uno de estos subsistemas pertenecen una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, entendidos como los elementos, cualidades y procesos del entorno que puedan ser afectados por el proyecto, es decir, por las acciones impactantes consecuencia de aquél.

Los subsistemas están compuestos pues, por un conjunto de componentes ambientales que, a su vez, pueden descomponerse en un determinado número de factores o parámetros, dependiendo el número de éstos de la minuciosidad con que se pretenda afrontar el Estudio de

---

Giaroli, Gisela Natalí

Maggioni, Alfredo Abraham

116

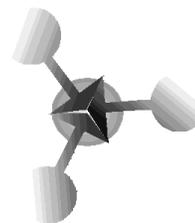
Marzo 2015



Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



Impacto Ambiental (EslA).

Para su definición, deben aplicarse los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado y por lo tanto del impacto total producido por la ejecución del proyecto sobre el medio ambiente;
- Ser relevantes;
- Ser excluyentes;
- De fácil identificación tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o trabajos de campo;
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible.

#### 7.2.1.2. Matriz de Importancia

Una vez identificadas las acciones y los factores del medio que, presumiblemente, serán impactados por aquellas, la matriz de importancia nos permitirá obtener una valoración cualitativa al nivel requerido por una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) simplificada.

La valoración cualitativa se efectuará a partir de la matriz de impactos. Cada casilla de cruce de la matriz anterior nos dará una idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado. Al ir determinando la importancia del impacto en base al logaritmo que se describirá a continuación, estamos constituyendo la matriz de importancia.

La importancia del impacto es, pues, el ratio mediante el cual medimos cualitativamente el impacto ambiental en función tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo, tales como extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad.

Vamos a describir a continuación el significado de los mencionados atributos que conforman el elemento tipo de una matriz de valoración cualitativa o matriz de importancia.

#### **Signo ( $\pm$ )**

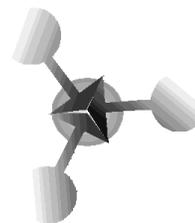
El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.



Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



### ***Intensidad (I)***

Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. El índice de valoración estará comprendido entre (1) y (12), en el que el (12) expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el (1) una afección mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias.

### ***Extensión (EX)***

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto).

Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter Puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizadas en todo él, el impacto será Total (8), considerando las situaciones intermedias, según su graduación, como impacto Parcial (2) y Extenso (4).

En el caso de que el efecto sea puntual pero se produzca en algún lugar crítico se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras, habrá que buscar inmediatamente otra alternativa al proyecto, anulando la causa que nos produce este efecto.

### ***Momento (MO)***

El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción ( $t_0$ ) y el comienzo del efecto ( $t_j$ ) sobre el factor del medio considerado.

Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándole en ambos casos un valor (4). Si es un período de tiempo que va de 1 a 5 años, Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, Largo Plazo, con valor asignado (1).

Si concurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de una a cuatro unidades por encima de las especificadas.

### ***Persistencia (PE)***

Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.

---

Giaroli, Gisela Natalí

Maggioni, Alfredo Abraham

118

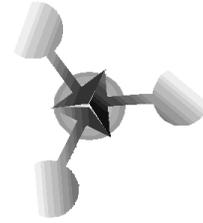
Marzo 2015



Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz, asignándole un valor (1). Si sura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como Permanente asignándole un valor de (4).

La persistencia es independiente de la reversibilidad.

Los efectos fugaces y temporales son siempre reversibles o recuperables. Los efectos permanentes pueden ser reversibles o irreversibles, y recuperables o irrecuperables.

Siendo:

$t_0$  = momento de aparición de la acción

$t_f$  = momento de finalización de la acción

$t_j$  = momento en que se inicia la manifestación del efecto

$t_r$  = momento de retorno (desaparición del efecto)

$t_{MC}$  = instante de introducción de las MC

$t_{rMC}$  = momento de retorno con las MC

El tiempo de permanencia teórico genérico del efecto, respondería a la expresión

$$t_p = t_r - t_j$$

El tiempo de permanencia (tiempo de reconstrucción) a partir de la introducción de medidas correctoras sería:

$$t_{pMC} = t_{rMC} - t_{MC}$$

El tiempo de permanencia de un efecto permanente es por definición

$$t_p = t_r - t_j > 10 \text{ años}$$

Ahora bien, si es irreversible, el tiempo de permanencia a partir del cese de la acción

$$t_{pR} = t_r - t_f < 10 \text{ años}$$

Si por el contrario, el efecto es reversible

$$t_{pf} = t_r - t_f > 10 \text{ años}$$

### **Reversibilidad (RV)**

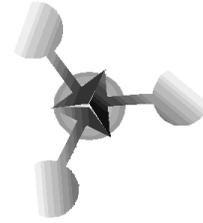
Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.



Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



Si es a Corto Plazo, se le asigna un valor de (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es irreversible le asignamos el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprende estos períodos, son los mismos asignados en el parámetro anterior.

A efectos de reversibilidad, la permanencia del efecto responde a la siguiente expresión:  
 $tpR = tr - tf$

### **Recuperabilidad (MC)**

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna un valor (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es Mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es Irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).

Análogamente a lo establecido anteriormente, el tiempo de reconstrucción responderá a la ecuación  $tR = trMC - tMC$  (tiempo de retorno a las condiciones iniciales menos tiempo de introducción de las medidas correctoras).

Se hace notar que también es posible, mediante la aplicación de medidas correctoras, disminuir el tiempo de retorno a las condiciones iniciales previas a la implantación de la actividad por medios naturales, o sea acelerar la reversibilidad, y lo que es lo mismo disminuir su persistencia.

### **Sinergia (SI)**

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

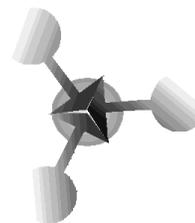
Cuando una acción actuando sobre un factor no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).



Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



### ***Acumulación (AC)***

Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto es acumulativo el valor se incrementa a (4).

### ***Efecto (EF)***

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o se a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. Este término toma el valor de (1) en el caso de que el efecto sea secundario y el valor de (4) cuando sea directo.

### ***Periodicidad (PR)***

La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de la manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

A los efectos continuos se les asigna un valor (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).

### ***Importancia del Impacto (I)***

Ya se ha dicho que la importancia del impacto, o sea, la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental, no debe confundirse con la importancia del factor ambiental afectado. La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante el modelo propuesto en el cuadro que se muestra a continuación, en función del valor asignado a los atributos considerados anteriormente.

$$I = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

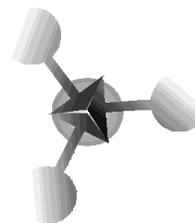
La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100.



Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



Presenta valores intermedios (entre 40 y 60) cuando se da alguna de las siguientes circunstancias:

- Intensidad total, y afección mínima de los restantes atributos;
- Intensidad muy alta o alta, y afección alta o muy alta de los restantes atributos;
- Intensidad alta, efecto irrecuperable y afección muy alta de alguno de los restantes atributos;
- Intensidad media o baja, efecto irrecuperable y afección muy alta de al menos dos de los restantes atributos.

Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes. Los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50. Serán severos cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75 y críticos cuando el valor sea superior a 75.

### 7.2.2. Factores Ambientales y Ponderación de la Importancia Relativa

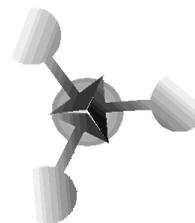
Los distintos factores del medio presentan importancias distintas de unos respecto a otros, en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación ambiental. No debe confundirse la importancia o interés que presenta un factor, con la importancia del impacto sobre ese factor, que vendrá determinado por un número entero calculado de acuerdo al algoritmo descrito anteriormente.

Considerando que cada factor representa solo una parte del medio ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se puedan contemplar en conjunto, y además ofrezcan una imagen coherente de la situación al hacerlo, o sea, y dicho con otras palabras, es necesario llevar a cabo la ponderación de la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente.

Con este fin se atribuye a cada factor un peso o índice ponderal, expresado en unidades de importancia (UIP), y el valor asignado a cada factor resulta de la distribución relativa de mil unidades asignadas al total de factores ambientales.



**Universidad Nacional de Cuyo**  
**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**  
**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP**  
**en la provincia de Buenos Aires. Estudio de**  
**prefactibilidad.**



Lo primero que se realizó fue la distribución de estas unidades de importancia de la siguiente manera:

Tabla 7.1 Distribución general de las unidades de importancia

| <b>MATRIZ DE IMPORTANCIA RELATIVA</b> |           |     |
|---------------------------------------|-----------|-----|
| <b>MEDIO FÍSICO</b>                   | Atmósfera | 200 |
|                                       | Suelo     | 90  |
|                                       | Agua      | 120 |
| <b>MEDIO BIÓTICO</b>                  |           | 50  |
| <b>MEDIO PERCEPTUAL</b>               |           | 100 |
| <b>MEDIO SOCIOECONÓMICO</b>           |           | 440 |

Luego se distribuyó en los factores específicos, como se observa en la siguiente tabla:



Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.

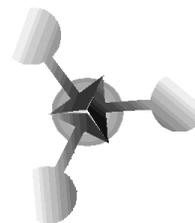
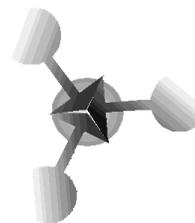


Tabla 7.2 Distribución específica de las unidades de importancia

| FACTORES             |                      |                         |                    | UIP |     |     |
|----------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|-----|-----|-----|
| MEDIO FÍSICO         | Atmósfera            | Calidad Química         |                    | F1  | 50  | 200 |
|                      |                      | Temperatura             |                    | F2  | 30  |     |
|                      |                      | Nivel de Material Part. |                    | F3  | 50  |     |
|                      |                      | Nivel Sonoro            |                    | F4  | 35  |     |
|                      |                      | Clima                   |                    | F5  | 35  |     |
|                      | Suelo                | Calidad Química         |                    | F6  | 35  | 90  |
|                      |                      | Edafología              |                    | F7  | 35  |     |
|                      |                      | Geomorfología           |                    | F8  | 10  |     |
|                      |                      | Sismicidad              |                    | F9  | 10  |     |
|                      | Agua                 | Agua Sub.               | Calidad Química    | F10 | 25  | 120 |
|                      |                      |                         | Caudales           | F11 | 10  |     |
|                      |                      |                         | Recarga            | F12 | 25  |     |
|                      |                      | Agua Sup.               | Caudal Químico     | F13 | 25  |     |
|                      |                      |                         | Caudales           | F14 | 10  |     |
|                      |                      |                         | Régimen de Lluvias | F15 | 25  |     |
| MEDIO BIÓTICO        | Flora                | Autóctona               | F16                | 15  | 50  |     |
|                      |                      | Introducida             | F17                | 10  |     |     |
|                      | Fauna                | Autóctona               | F18                | 15  |     |     |
|                      |                      | Introducida             | F19                | 10  |     |     |
| MEDIO PERCEPTUAL     | Visibilidad          |                         | F20                | 50  | 100 |     |
|                      | Calidad Paisajística |                         | F21                | 50  |     |     |
| MEDIO SOCIOECONÓMICO | Infraestructura      |                         | F22                | 30  | 440 |     |
|                      | Accesibilidad        |                         | F23                | 30  |     |     |
|                      | Rec. Culturales      |                         | F24                | 70  |     |     |
|                      | Uso del Suelo        |                         | F25                | 80  |     |     |
|                      | Población            |                         | F26                | 40  |     |     |
|                      | Economía             |                         | F27                | 90  |     |     |
|                      | Nivel de Empleo      |                         | F28                | 100 |     |     |



### 7.2.3. Matriz de Identificación de Impactos

#### 7.2.3.1. Descripción de las Acciones a Realizar en la Planta Industrial

##### Fase Construcción:

- Nivelar terreno
- Construcción del edificio
- Instalación de red de agua, gas y cloacas.
- Instalación de la red eléctrica.
- Terminación y fachada del edificio
- Acopio de materiales
- Transporte de equipos y maquinaria pesada.
- Montaje de equipos (emisión sonora)
- Puesta en marcha: prueba de equipos y de estanqueidad de cañerías.
- Parquizado y señalización

##### Fase Elaboración y Producción:

- Transporte de materias primas
- Transporte de insumos
- Almacenamiento de materias primas
- Almacenamiento de insumos
- Producción propiamente dicho
- Almacenamiento de producto terminado
- Escape de gases (de combustión)
- Transporte de Productos Terminados

##### Fase Abandono:

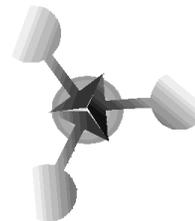
- Seguridad y mantenimiento
- Venta de equipos e inmueble



**Universidad Nacional de Cuyo**

**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.**



### **7.2.3.2. Matriz de Identificación de Impactos**

Se presentan a continuación las matrices de identificación de impactos obtenidas para el proyecto en estudio:



Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.

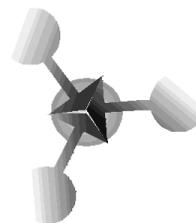


Tabla 7.3 Matriz en la Fase de Construcción

| FACTORES \ ACCIONES |                    |                     | Fase Construcción |                           |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |   |
|---------------------|--------------------|---------------------|-------------------|---------------------------|---|----------------------------------|------------------------------------|----------------------|--|--------------------|--|---------------------------|---|
|                     |                    |                     | A <sub>1</sub>    | A <sub>2</sub>            | A <sub>3</sub>                            | A <sub>4</sub>                   | A <sub>5</sub>                     | A <sub>6</sub>       | A <sub>7</sub>                             | A <sub>8</sub>     | A <sub>9</sub>   | A <sub>10</sub>           |   |
|                     |                    |                     | Nivelar terreno   | Construcción del edificio | Instalación de red de agua, gas y cloacas | Instalación de la red eléctrica. | Terminación y fachada del edificio | Acopio de materiales | Transporte de equipos y maquinaria pesada. | Montaje de equipos | Puesta en marcha: prueba de equipos y de estanqueidad de cañerías. | Parquizado y señalización |   |
| MF                  | Atmósfera          | Calidad Química     | F <sub>1</sub>    | •                         | •   | •                                |                                    |                      | •  | •                  |  |                           |   |
|                     |                    | Temperatura         | F <sub>2</sub>    |                           | •   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |   |
|                     |                    | Nivel de Mat. Part. | F <sub>3</sub>    | •                         | •   | •                                | •                                  |                      | •  |                    | •  | •                         |   |
|                     |                    | Nivel Sonoro        | F <sub>4</sub>    | •                         | •   | •                                | •                                  | •                    | •  | •                  | •  | •                         |   |
|                     |                    | Clima               | F <sub>5</sub>    |                           |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |   |
|                     | Suelo              | Calidad Química     | F <sub>6</sub>    | •                         | •   | •                                |                                    | •                    | •  |                    |  | •                         |   |
|                     |                    | Edafología          | F <sub>7</sub>    | •                         | •   | •                                |                                    |                      | •  |                    |  |                           |   |
|                     |                    | Geomorfología       | F <sub>8</sub>    | •                         | •   |                                  |                                    |                      | •  |                    |  |                           |   |
|                     |                    | Sismicidad          | F <sub>9</sub>    |                           | •   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |   |
|                     | Agua               | Agua Sub.           | Calidad Química   | F <sub>10</sub>           |   |                                  | •                                  |                      |  |                    |  |                           | • |
|                     |                    |                     | Caudales          | F <sub>11</sub>           |   |                                  | •                                  |                      |  |                    |  |                           | • |
|                     |                    |                     | Recarga           | F <sub>12</sub>           |   |                                  |                                    |                      |  | •                  |  |                           | • |
|                     |                    | Agua Sup.           | Calidad Química   | F <sub>13</sub>           |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |   |
|                     |                    |                     | Caudales          | F <sub>14</sub>           |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  | •                         |   |
|                     | Régimen de Lluvias | F <sub>15</sub>     |                   |                           |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |   |
| MB                  | Flora              | Autóctona           | F <sub>16</sub>   | •                         | •   |                                  |                                    |                      | •  |                    |  |                           |   |
|                     |                    | Introducida         | F <sub>17</sub>   | •                         | •   |                                  |                                    |                      | •  |                    |  | •                         |   |
|                     | Fauna              | Autóctona           | F <sub>18</sub>   | •                         | •   |                                  |                                    |                      | •  |                    |  |                           |   |
|                     |                    | Introducida         | F <sub>19</sub>   | •                         | •   |                                  |                                    |                      | •  |                    |  |                           |   |
| MP                  | Visibilidad        | F <sub>20</sub>     | •                 | •                         |   |                                  | •                                  |                      |  |                    | •  |                           |   |
|                     | Calidad Paisa.     | F <sub>21</sub>     | •                 | •                         |   |                                  | •                                  | •                    |  |                    | •  |                           |   |
| MSE                 | Infraestructura    | F <sub>22</sub>     |                   | •                         | •   | •                                | •                                  |                      |  | •                  |  |                           |   |
|                     | Accesibilidad      | F <sub>23</sub>     |                   | •                         |   |                                  |                                    |                      | •  |                    |  |                           |   |
|                     | Rec. Culturales    | F <sub>24</sub>     |                   |                           |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |   |
|                     | Uso del Suelo      | F <sub>25</sub>     | •                 | •                         | •   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |   |
|                     | Población          | F <sub>26</sub>     |                   | •                         |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |   |
|                     | Economía           | F <sub>27</sub>     |                   | •                         |   |                                  |                                    |                      | •  |                    |  |                           |   |
|                     | Nivel de Empleo    | F <sub>28</sub>     | •                 | •                         | •   | •                                | •                                  | •                    | •  | •                  | •  | •                         |   |

Giaroli, Gisela Natalí

Maggioni, Alfredo Abraham



Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.

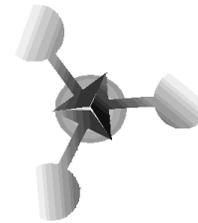


Tabla 7.4 Matriz en la Fase de Producción

| FACTORES / ACCIONES |                 |                     |                    | Fase Producción               |                       |                                   |                           |                              |                                      |                                 |                                    |   |
|---------------------|-----------------|---------------------|--------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---|
|                     |                 |                     |                    | A <sub>11</sub>               | A <sub>12</sub>       | A <sub>13</sub>                   | A <sub>14</sub>           | A <sub>15</sub>              | A <sub>16</sub>                      | A <sub>17</sub>                 | A <sub>18</sub>                    |   |
|                     |                 |                     |                    | Transporte de materias primas | Transporte de insumos | Almacenamiento de materias primas | Almacenamiento de insumos | Producción propiamente dicho | Almacenamiento de producto terminado | Escape de gases (de combustión) | Transporte de Productos Terminados |   |
| MF                  | Atmósfera       | Calidad Química     | F <sub>1</sub>     | •                             | •                     |                                   |                           | •                            |                                      | •                               | •                                  |   |
|                     |                 | Temperatura         | F <sub>2</sub>     |                               |                       |                                   |                           | •                            |                                      |                                 | •                                  |   |
|                     |                 | Nivel de Mat. Part. | F <sub>3</sub>     |                               |                       |                                   |                           | •                            |                                      |                                 | •                                  |   |
|                     |                 | Nivel Sonoro        | F <sub>4</sub>     | •                             | •                     |                                   |                           | •                            |                                      |                                 |                                    | • |
|                     |                 | Clima               | F <sub>5</sub>     |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |                                 |                                    |   |
|                     | Suelo           | Calidad Química     | F <sub>6</sub>     |                               |                       | •                                 | •                         | •                            |                                      |                                 |                                    |   |
|                     |                 | Edafología          | F <sub>7</sub>     |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |                                 |                                    |   |
|                     |                 | Geomorfología       | F <sub>8</sub>     |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |                                 |                                    |   |
|                     |                 | Sismicidad          | F <sub>9</sub>     |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |                                 |                                    |   |
|                     | Agua            | Agua Sub.           | Calidad Química    | F <sub>10</sub>               |                       |                                   | •                         |                              | •                                    |                                 |                                    |   |
|                     |                 |                     | Caudales           | F <sub>11</sub>               |                       |                                   |                           |                              |                                      |                                 |                                    |   |
|                     |                 |                     | Recarga            | F <sub>12</sub>               |                       |                                   |                           |                              |                                      |                                 |                                    |   |
|                     |                 | Agua Sup.           | Calidad Química    | F <sub>13</sub>               |                       |                                   | •                         |                              |                                      |                                 |                                    |   |
|                     |                 |                     | Caudales           | F <sub>14</sub>               |                       |                                   |                           |                              | •                                    |                                 |                                    |   |
|                     |                 |                     | Régimen de Lluvias | F <sub>15</sub>               |                       |                                   |                           |                              |                                      |                                 |                                    |   |
| MB                  | Flora           | Autóctona           | F <sub>16</sub>    |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      | •                               |                                    |   |
|                     |                 | Introducida         | F <sub>17</sub>    |                               |                       |                                   |                           | •                            |                                      | •                               |                                    |   |
|                     | Fauna           | Autóctona           | F <sub>18</sub>    |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      | •                               |                                    |   |
|                     |                 | Introducida         | F <sub>19</sub>    |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      | •                               |                                    |   |
| MP                  | Visibilidad     | F <sub>20</sub>     |                    |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |                                 |                                    |   |
|                     | Calidad Paisa.  | F <sub>21</sub>     |                    |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |                                 |                                    |   |
| MSE                 | Infraestructura | F <sub>22</sub>     |                    |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |                                 |                                    |   |
|                     | Accesibilidad   | F <sub>23</sub>     |                    |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |                                 |                                    |   |
|                     | Rec. Culturales | F <sub>24</sub>     |                    |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |                                 |                                    |   |
|                     | Uso del Suelo   | F <sub>25</sub>     |                    |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |                                 |                                    |   |
|                     | Población       | F <sub>26</sub>     |                    |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      | •                               |                                    |   |
|                     | Economía        | F <sub>27</sub>     |                    |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |                                 |                                    |   |
|                     | Nivel de Empleo | F <sub>28</sub>     | •                  | •                             | •                     | •                                 | •                         | •                            | •                                    |                                 | •                                  |   |



**Universidad Nacional de Cuyo**  
**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**  
**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP**  
**en la provincia de Buenos Aires. Estudio de**  
**prefactibilidad.**

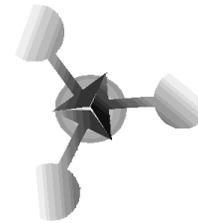
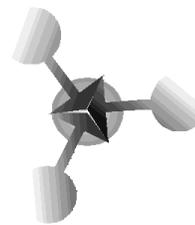


Tabla 7.5 Matriz en la Fase de Abandono

| FACTORES \ ACCIONES |                 |                     |                    | Fase Abandono             |                             |  |
|---------------------|-----------------|---------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------------|--|
|                     |                 |                     |                    | A <sub>19</sub>           | A <sub>20</sub>             |  |
|                     |                 |                     |                    | Seguridad y mantenimiento | Venta de equipos e inmueble |  |
| MF                  | Atmósfera       | Calidad Química     | F <sub>1</sub>     |                           |                             |  |
|                     |                 | Temperatura         | F <sub>2</sub>     |                           |                             |  |
|                     |                 | Nivel de Mat. Part. | F <sub>3</sub>     |                           |                             |  |
|                     |                 | Nivel Sonoro        | F <sub>4</sub>     |                           |                             |  |
|                     |                 | Clima               | F <sub>5</sub>     |                           |                             |  |
|                     | Suelo           | Calidad Química     | F <sub>6</sub>     |                           |                             |  |
|                     |                 | Edafología          | F <sub>7</sub>     |                           |                             |  |
|                     |                 | Geomorfología       | F <sub>8</sub>     |                           |                             |  |
|                     |                 | Sismicidad          | F <sub>9</sub>     |                           |                             |  |
|                     | Agua            | Agua Sub.           | Calidad Química    | F <sub>10</sub>           |                             |  |
|                     |                 |                     | Caudales           | F <sub>11</sub>           |                             |  |
|                     |                 |                     | Recarga            | F <sub>12</sub>           |                             |  |
|                     |                 | Agua Sup.           | Calidad Química    | F <sub>13</sub>           |                             |  |
|                     |                 |                     | Caudales           | F <sub>14</sub>           | •                           |  |
|                     |                 |                     | Régimen de Lluvias | F <sub>15</sub>           |                             |  |
| MB                  | Flora           | Autóctona           | F <sub>16</sub>    |                           |                             |  |
|                     |                 | Introducida         | F <sub>17</sub>    |                           |                             |  |
|                     | Fauna           | Autóctona           | F <sub>18</sub>    |                           |                             |  |
|                     |                 | Introducida         | F <sub>19</sub>    |                           |                             |  |
| MP                  | Visibilidad     | F <sub>20</sub>     |                    |                           |                             |  |
|                     | Calidad Paisa.  | F <sub>21</sub>     |                    |                           |                             |  |
| MSE                 | Infraestructura | F <sub>22</sub>     |                    | •                         |                             |  |
|                     | Accesibilidad   | F <sub>23</sub>     |                    |                           |                             |  |
|                     | Rec. Culturales | F <sub>24</sub>     |                    |                           |                             |  |
|                     | Uso del Suelo   | F <sub>25</sub>     |                    |                           |                             |  |
|                     | Población       | F <sub>26</sub>     |                    |                           |                             |  |
|                     | Economía        | F <sub>27</sub>     |                    |                           |                             |  |
|                     | Nivel de Empleo | F <sub>28</sub>     | •                  | •                         |                             |  |



#### 7.2.4. Matriz de Importancia del Impacto

Habiendo aplicado el logaritmo explicado anteriormente a la matriz de identificación de impactos, obtenemos la matriz de importancia del impacto que se muestra en el Anexo IV.

#### 7.2.5. Metodología de Depuración de una Matriz

Una vez obtenida la matriz de importancia, pueden aparecer efectos de diversa índole en cuanto a su relevancia y posibilidad de cuantificación, que nos aconsejen un tratamiento al margen de aquella. Como bloques principales distinguimos:

- *Casillas de cruce que presentan efectos con valores poco relevantes y que en EsIA concretos interesa no tener en cuenta.* Estos efectos despreciables se excluyen del proceso de cálculo y se ignoran en el conjunto de la evaluación.

La instrumentación en el modelo consiste en la introducción de un tamiz, que no es sino un valor de importancia por debajo del cual no se consideran efectos.

La matriz una vez tamizada, presenta únicamente los efectos que sobrepasen un umbral mínimo de importancia.

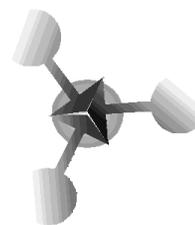
- *Casillas de cruce que presentan efectos cualitativos que corresponden a factores de naturaleza intangible y para los que no se dispone de un indicador razonablemente representativo.*

Estos efectos se excluyen del proceso de cálculo, pero se consideran paralelamente al modelo, y como componente del mismo en el proceso de evaluación, interviniendo, obviamente, en la toma de decisiones.

- *Casillas de cruce que presentan efectos sumamente importantes y determinantes.*

Estos efectos se excluyen del proceso de cálculo, ya que en base a su relevancia, entidad y significación, su tratamiento homogéneo con los demás efectos plasmados en la matriz, podría enmascarar su papel preponderante.

Se consideran paralelamente al modelo, interviniendo de forma determinante en la toma de decisiones.



Normalmente se adoptan alternativas en las que no están presentes estos efectos, con lo que no se enmascara el procedimiento evaluativo.

- *Casillas de cruce que presentan efectos normales, tomando como tales a los no incluidos en los bloques anteriores.*

Estos efectos son los que quedan incluidos en el proceso de cálculo establecido en el modelo valorativo.

El conjunto de casillas de cruce que presentan efectos normales, componen la matriz de importancia propiamente dicha, también llamada matriz de cálculo o matriz de importancia depurada.

En nuestro caso se optó por la metodología del primer bloque, considerando despreciables aquellos impactos tanto positivos como negativos que no superen el valor nominal de 33 (umbral mínimo de importancia).

### 7.2.6. Matriz de Valoración de Impactos Coloreada y Depurada

Se presenta a continuación la matriz de valoración de impactos obtenida luego de haber sido coloreada.

#### Referencia

|   | Impacto                              |
|---|--------------------------------------|
|  | + 67/100   Positivo Alto             |
|  | + 34/66   Positivo Moderado          |
|  | + 0/33   Positivo Bajo               |
|  | 0   Nulo                             |
|  | - 0/33   Negativo Poco Significativo |
|  | - 34/66   Negativo Moderado          |
|  | - 67/100   Negativo Alto             |



Universidad Nacional de Cuyo  
 Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria  
 Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
 en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
 prefactibilidad.

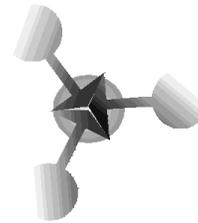


Tabla 7.6 Matriz en la Fase de Construcción

| FACTORES |                 | ACCIONES            |                    | UIP             | Fase Construcción |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           | TOTAL    |          |        |        |   |
|----------|-----------------|---------------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------------------|---|----------------------------------|------------------------------------|----------------------|--|--------------------|--|---------------------------|----------|----------|--------|--------|---|
|          |                 |                     |                    |                 | A <sub>1</sub>    | A <sub>2</sub>           | A <sub>3</sub>                            | A <sub>4</sub>                   | A <sub>5</sub>                     | A <sub>6</sub>       | A <sub>7</sub>                             | A <sub>8</sub>     | A <sub>9</sub>   | A <sub>10</sub>           | ABSOLUTA | RELATIVA |        |        |   |
|          |                 |                     |                    |                 | Nivel terreno     | Contrucción del edificio | Instalación de red de agua, gas y cloacas | Instalación de la red eléctrica. | Terminación y fachada del edificio | Acopio de materiales | Transporte de equipos y maquinaria pesada. | Montaje de equipos | Puesta en marcha: prueba de equipos y de estanqueidad de cañerías. | Parquizado y señalización |          |          |        |        |   |
| MF       | Atmósfera       | Calidad Química     | F <sub>1</sub>     | 50              |                   |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          | 0        | 0      |        |   |
|          |                 | Temperatura         | F <sub>2</sub>     | 30              |                   |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          |          | 0      | 0      |   |
|          |                 | Nivel de Mat. Part. | F <sub>3</sub>     | 50              |                   |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          |          | 0      | 0      |   |
|          |                 | Nivel Sonoro        | F <sub>4</sub>     | 35              |                   |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          |          | 0      | 0      |   |
|          |                 | Clima               | F <sub>5</sub>     | 35              |                   |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          |          | 0      | 0      |   |
|          | Suelo           | Calidad Química     | F <sub>6</sub>     | 35              | -36               |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          |          | -36    | -1,26  |   |
|          |                 | Edafología          | F <sub>7</sub>     | 35              | -33               |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          |          | -33    | -1,155 |   |
|          |                 | Geomorfología       | F <sub>8</sub>     | 10              |                   |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          |          | 0      | 0      |   |
|          |                 | Sismicidad          | F <sub>9</sub>     | 10              |                   |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          |          | 0      | 0      |   |
|          | Agua            | Agua Sub.           | Calidad Química    | F <sub>10</sub> | 25                |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          |          | 0      | 0      |   |
|          |                 |                     | Caudales           | F <sub>11</sub> | 10                |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          |          |        | 0      | 0 |
|          |                 |                     | Recarga            | F <sub>12</sub> | 25                |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          |          |        | 0      | 0 |
|          |                 | Agua Sup.           | Calidad Química    | F <sub>13</sub> | 25                |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          |          |        | 0      | 0 |
|          |                 |                     | Caudales           | F <sub>14</sub> | 10                |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          |          |        | 0      | 0 |
|          |                 |                     | Régimen de Lluvias | F <sub>15</sub> | 25                |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          |          |        | 0      | 0 |
| MB       | Flora           | Autóctona           | F <sub>16</sub>    | 15              |                   |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          | 0        | 0      |        |   |
|          |                 | Introducida         | F <sub>17</sub>    | 10              |                   |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          |          | 0      | 0      |   |
|          | Fauna           | Autóctona           | F <sub>18</sub>    | 15              |                   |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          |          | 33     | 0,33   |   |
|          |                 | Introducida         | F <sub>19</sub>    | 10              |                   |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          |          | 0      | 0      |   |
| MP       | Visibilidad     | F <sub>20</sub>     | 50                 |                 |                   |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          | 39       | 1,95   |        |   |
|          | Calidad Paisa.  | F <sub>21</sub>     | 50                 |                 |                   |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          | 45       | 2,25   |        |   |
| MSE      | Infraestructura | F <sub>22</sub>     | 30                 |                 |                   |                          | 36  |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          | 36       | 1,08   |        |   |
|          | Accesibilidad   | F <sub>23</sub>     | 30                 |                 |                   |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          | 0        | 0      |        |   |
|          | Rec. Culturales | F <sub>24</sub>     | 70                 |                 |                   |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          | 0        | 0      |        |   |
|          | Uso del Suelo   | F <sub>25</sub>     | 80                 |                 |                   |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          | 0        | 0      |        |   |
|          | Población       | F <sub>26</sub>     | 40                 |                 |                   |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          | 0        | 0      |        |   |
|          | Economía        | F <sub>27</sub>     | 90                 |                 |                   |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          | 0        | 0      |        |   |
|          | Nivel de Empleo | F <sub>28</sub>     | 100                |                 |                   |                          |   |                                  |                                    |                      |  |                    |  |                           |          | 44       | 8,7    |        |   |
| TOTAL    |                 | Absoluto            |                    | -69             | 44                | 36                       | 0   | 0                                | 0                                  | 0                    | 0  | 0                  | 0  | 43                        | 117      | 171      |        |        |   |
|          |                 | Relativo            |                    | -2,415          | 4,4               | 1,08                     | 0   | 0                                | 0                                  | 0                    | 0  | 0                  | 0  | 4,3                       | 4,53     |          | 11,895 |        |   |



Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.

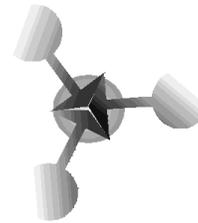


Tabla 7.7 Matriz en la Fase de Producción

| FACTORES |                    | ACCIONES            |                 | UIP             | Fase Producción               |                       |                                   |                           |                              |                                      |  |                                    | TOTAL    |          |
|----------|--------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------------|----------|----------|
|          |                    |                     |                 |                 | A <sub>11</sub>               | A <sub>12</sub>       | A <sub>13</sub>                   | A <sub>14</sub>           | A <sub>15</sub>              | A <sub>16</sub>                      | A <sub>17</sub>                              | A <sub>18</sub>                    | ABSOLUTA | RELATIVA |
|          |                    |                     |                 |                 | Transporte de materias primas | Transporte de insumos | Almacenamiento de materias primas | Almacenamiento de insumos | Producción propiamente dicho | Almacenamiento de producto terminado | Escape de gases (metanol - H <sub>2</sub> O) | Transporte de Productos Terminados |          |          |
| MF       | Atmósfera          | Calidad Química     | F <sub>1</sub>  | 50              |                               |                       |                                   |                           | -42                          |                                      | -46  |                                    | -88      | -4,4     |
|          |                    | Temperatura         | F <sub>2</sub>  | 30              |                               |                       |                                   |                           | -39                          |                                      |  |                                    | -39      | -1,17    |
|          |                    | Nivel de Mat. Part. | F <sub>3</sub>  | 50              |                               |                       |                                   |                           | -38                          |                                      | -34  |                                    | -72      | -3,6     |
|          |                    | Nivel Sonoro        | F <sub>4</sub>  | 35              |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |  |                                    | 0        | 0        |
|          |                    | Clima               | F <sub>5</sub>  | 35              |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |  |                                    | 0        | 0        |
|          | Suelo              | Calidad Química     | F <sub>6</sub>  | 35              |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |  |                                    | 0        | 0        |
|          |                    | Edafología          | F <sub>7</sub>  | 35              |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |  |                                    | 0        | 0        |
|          |                    | Geomorfología       | F <sub>8</sub>  | 10              |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |  |                                    | 0        | 0        |
|          |                    | Sismicidad          | F <sub>9</sub>  | 10              |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |  |                                    | 0        | 0        |
|          | Agua               | Agua Sub.           | Calidad Química | F <sub>10</sub> | 25                            |                       |                                   |                           |                              |                                      |  |                                    | 0        | 0        |
|          |                    |                     | Caudales        | F <sub>11</sub> | 10                            |                       |                                   |                           |                              |                                      |  |                                    | 0        | 0        |
|          |                    | Agua Sup.           | Recarga         | F <sub>12</sub> | 25                            |                       |                                   |                           |                              |                                      |  |                                    | 0        | 0        |
|          |                    |                     | Calidad Química | F <sub>13</sub> | 25                            |                       |                                   |                           |                              |                                      |  |                                    | 0        | 0        |
|          |                    |                     | Caudales        | F <sub>14</sub> | 10                            |                       |                                   |                           |                              | -56                                  |  |                                    | -56      | -0,56    |
|          | Régimen de Lluvias | F <sub>15</sub>     | 25              |                 |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |  | 0                                  | 0        |          |
| MB       | Flora              | Autóctona           | F <sub>16</sub> | 15              |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |  | 0                                  | 0        |          |
|          |                    | Introducida         | F <sub>17</sub> | 10              |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |  | 0                                  | 0        |          |
|          | Fauna              | Autóctona           | F <sub>18</sub> | 15              |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |  | 0                                  | 0        |          |
|          |                    | Introducida         | F <sub>19</sub> | 10              |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |  | 0                                  | 0        |          |
| MP       | Visibilidad        | F <sub>20</sub>     | 50              |                 |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |  | 0                                  | 0        |          |
|          | Calidad Paisa.     | F <sub>21</sub>     | 50              |                 |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |  | 0                                  | 0        |          |
| MSE      | Infraestructura    | F <sub>22</sub>     | 30              |                 |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |  | 0                                  | 0        |          |
|          | Accesibilidad      | F <sub>23</sub>     | 30              |                 |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |  | 0                                  | 0        |          |
|          | Rec. Culturales    | F <sub>24</sub>     | 70              |                 |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |  | 0                                  | 0        |          |
|          | Uso del Suelo      | F <sub>25</sub>     | 80              |                 |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |  | 0                                  | 0        |          |
|          | Población          | F <sub>26</sub>     | 40              |                 |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |  | 0                                  | 0        |          |
|          | Economía           | F <sub>27</sub>     | 90              |                 |                               |                       |                                   |                           |                              |                                      |  | 0                                  | 0        |          |
|          | Nivel de Empleo    | F <sub>28</sub>     | 100             |                 |                               |                       |                                   |                           | 76                           | 41                                   |  | 47                                 | 352      | 35,2     |
| TOTAL    |                    |                     |                 | Absoluto        | 47                            | 47                    | 47                                | 47                        | -99                          | 41                                   | -80  | 47                                 | 97       |          |
|          |                    |                     |                 | Relativo        | 4,7                           | 4,7                   | 4,7                               | 4,7                       | 1,87                         | 4,1                                  | -4   | 4,7                                |          | 25,47    |



Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.

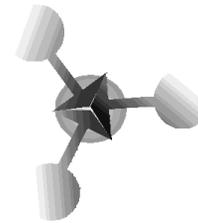


Tabla 7.8 Matriz en la Fase de Abandono

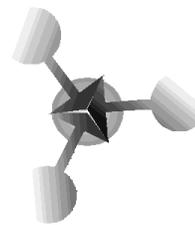
| FACTORES |                 | ACCIONES            |                    | UIP             | Fase Abandono             |                             | TOTAL    |          |  |
|----------|-----------------|---------------------|--------------------|-----------------|---------------------------|-----------------------------|----------|----------|--|
|          |                 |                     |                    |                 | A <sub>19</sub>           | A <sub>20</sub>             | ABSOLUTA | RELATIVA |  |
|          |                 |                     |                    |                 | Seguridad y mantenimiento | Venta de equipos e inmueble |          |          |  |
| MF       | Atmósfera       | Calidad Química     | F <sub>1</sub>     | 50              |                           |                             |          |          |  |
|          |                 | Temperatura         | F <sub>2</sub>     | 30              |                           |                             |          |          |  |
|          |                 | Nivel de Mat. Part. | F <sub>3</sub>     | 50              |                           |                             |          |          |  |
|          |                 | Nivel Sonoro        | F <sub>4</sub>     | 35              |                           |                             |          |          |  |
|          |                 | Clima               | F <sub>5</sub>     | 35              |                           |                             |          |          |  |
|          | Suelo           | Calidad Química     | F <sub>6</sub>     | 35              |                           |                             |          |          |  |
|          |                 | Edafología          | F <sub>7</sub>     | 35              |                           |                             |          |          |  |
|          |                 | Geomorfología       | F <sub>8</sub>     | 10              |                           |                             |          |          |  |
|          |                 | Sismicidad          | F <sub>9</sub>     | 10              |                           |                             |          |          |  |
|          | Agua            | Agua Sub.           | Calidad Química    | F <sub>10</sub> | 25                        |                             |          |          |  |
|          |                 |                     | Caudales           | F <sub>11</sub> | 10                        |                             |          |          |  |
|          |                 |                     | Recarga            | F <sub>12</sub> | 25                        |                             |          |          |  |
|          |                 | Agua Sup.           | Calidad Química    | F <sub>13</sub> | 25                        |                             |          |          |  |
|          |                 |                     | Caudales           | F <sub>14</sub> | 10                        |                             |          |          |  |
|          |                 |                     | Régimen de Lluvias | F <sub>15</sub> | 25                        |                             |          |          |  |
| MB       | Flora           | Autóctona           | F <sub>16</sub>    | 15              |                           |                             |          |          |  |
|          |                 | Introducida         | F <sub>17</sub>    | 10              |                           |                             |          |          |  |
|          | Fauna           | Autóctona           | F <sub>18</sub>    | 15              |                           |                             |          |          |  |
|          |                 | Introducida         | F <sub>19</sub>    | 10              |                           |                             |          |          |  |
| MP       | Visibilidad     | F <sub>20</sub>     | 50                 |                 |                           |                             |          |          |  |
|          | Calidad Paisa.  | F <sub>21</sub>     | 50                 |                 |                           |                             |          |          |  |
| MSE      | Infraestructura | F <sub>22</sub>     | 30                 |                 |                           |                             |          |          |  |
|          | Accesibilidad   | F <sub>23</sub>     | 30                 |                 |                           |                             |          |          |  |
|          | Rec. Culturales | F <sub>24</sub>     | 70                 |                 |                           |                             |          |          |  |
|          | Uso del Suelo   | F <sub>25</sub>     | 80                 |                 |                           |                             |          |          |  |
|          | Población       | F <sub>26</sub>     | 40                 |                 |                           |                             |          |          |  |
|          | Economía        | F <sub>27</sub>     | 90                 |                 |                           |                             |          |          |  |
|          | Nivel de Empleo | F <sub>28</sub>     | 100                | 41              |                           | 41                          | 4,1      |          |  |
|          | TOTAL           |                     |                    |                 | Absoluto                  | 41                          | 0        | 41       |  |
|          |                 |                     |                    | Relativo        | 4,1                       | 0                           |          | 4,1      |  |



Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidoláctico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



## 7.3. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

### 7.3.1. Introducción

Luego de un exhaustivo análisis de las operaciones de la planta productora de LPA, se determinó que debía analizarse distintos compuestos involucrados en el proceso, como es el ácido láctico y el catalizador utilizado, siendo este el octoato de estaño disuelto en metanol. Es por esto que se enfoca el análisis de medidas preventivas y de mitigación a los diversos impactos que estos compuestos puede producir.

Se define como medidas preventivas a aquellas que evitan la aparición del efecto y actúan directamente sobre la fuente o el origen de los impactos ambientales. Las medidas de mitigación o correctoras son aquellas que minimizan el impacto cuando es inevitable que éste se produzca, principalmente mediante acciones de restauración, intentando reducir o eliminar las afectaciones que ya se han producido.

### 7.3.2. Ácido Láctico

#### 7.3.2.1. Controles de exposición/protección personal.

El producto no contiene sustancias con valores límites ambientales de exposición profesional.

Con respecto a los controles de exposición al ácido láctico, es necesario tener en cuenta como medida de orden técnico, proveer una ventilación adecuada, lo cual puede conseguirse mediante una buena extracción-ventilación local y un buen sistema general de extracción.

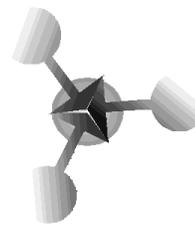
Es necesario utilizar protección respiratoria, esta debe ser una máscara filtrante para la protección contra gases y partículas con amplio campo de visión y forma anatómica para ofrecer estanqueidad y hermeticidad. Se debe leer atentamente las instrucciones del fabricante al respecto del uso y mantenimiento del equipo. Se debe acoplar al equipo los filtros necesarios en función de las características específicas del riesgo cambiándose según aconseje el fabricante.



**Universidad Nacional de Cuyo**

**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.**



El ácido láctico no se debe almacenar en lugares expuestos a temperaturas elevadas y ambientes húmedos antes de su utilización. Se debe controlar especialmente el estado de las válvulas de inhalación y exhalación del adaptador facial.

Debe utilizarse guantes de protección contra productos químicos, estos deben guardarse en un lugar seco, alejados de posibles fuentes de calor, y debe evitarse la exposición a los rayos solares en la medida de lo posible. No se realizan modificaciones sobre los guantes, que puedan alterar su resistencia ni se aplicarán pinturas, disolventes o adhesivos.

Es de suma importancia la utilización de una pantalla facial como protección de los ojos y cara contra salpicaduras de líquido. La visibilidad a través de los oculares debe ser óptima para lo cual estos elementos se deben limpiar a diario, los protectores deben desinfectarse periódicamente siguiendo las instrucciones del fabricante. Se vigilará que las partes móviles tengan un accionamiento suave. Las pantallas faciales deben tener un campo de visión con una dimensión en la línea central de 150 mm como mínimo, en sentido vertical una vez acopladas en el armazón.

Para la protección de la piel es necesario utilizar ropa de protección con propiedades antiestáticas, la ropa de protección no debe ser estrecha o estar suelta para que no interfiera en los movimientos del usuario.

El calzado de protección debe ser con propiedades antiestáticas, este debe ser objeto de un control regular, si su estado es deficiente se deberá dejar de utilizar y ser reemplazado.

### **7.3.2.2. Almacenamiento**

Almacenar según la legislación local. Observar las indicaciones de la etiqueta. Almacenar los envases entre 5 y 35 °C, en un lugar seco y bien ventilado, lejos de fuentes de calor y de la luz solar directa. Mantener lejos de puntos de ignición. Mantener lejos de agentes oxidantes y de materiales fuertemente ácidos o alcalinos. No fumar. Evitar la entrada a personas no autorizadas. Una vez abiertos los envases, han de volverse a cerrar cuidadosamente y colocarlos verticalmente para evitar derrames.

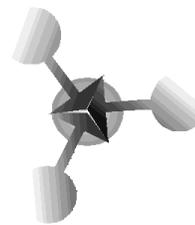
En la zona de aplicación debe estar prohibido fumar, comer y beber. Cumplir con la legislación sobre seguridad e higiene en el trabajo. Conservar el producto en envases de un material idéntico al original.



**Universidad Nacional de Cuyo**

**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.**



### **7.3.2.3. Medidas a tomar en caso de vertido accidental.**

Se debe impedir escapes o derrames de forma segura. Se debe utilizar métodos y material de contención y de limpieza.

Para derrames grandes, se debe detener el flujo del material, si esto no representa un riesgo. Formar un dique para el material derramado, donde esto sea posible. Cubrir con una lámina de plástico para evitar la dispersión. Absorber en vermiculita, arena o tierra seca y colocar en recipientes. Después de recolectar el producto, enjuague el área con agua.

Para derrames pequeños se debe limpiar con material absorbente (por ejemplo tela, vellón). Limpie cuidadosamente la superficie para eliminar los restos de contaminación.

Nunca devuelva el producto derramado al envase original para reutilizarlo. Los contenedores vacíos deben ser llevados a un sitio de manejo aprobado para desechos, para el reciclado o eliminación.

Los recipientes o el material derramado que se va recolectado con material absorbente, debe ser tratado como residuo peligroso y darle el tratamiento adecuado para estos.

### **7.3.3. Octoato de estaño**

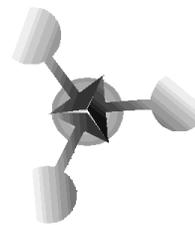
#### **7.3.3.1. Controles de exposición/protección personal.**

Durante el uso de este producto contra incendios, los gases de combustión y productos de la combustión incompleta constituyen los riesgos respiratorios principales. En la fabricación de este producto, los empleadores y empleados deben usar su juicio colectivo para determinar los entornos laborales en los que es prudente el uso de una mascarilla antipolvo o un respirador. La necesidad de protección respiratoria es improbable para el uso a corto plazo en áreas bien ventiladas.

Para la protección respiratoria use una mascarilla antipolvo en el caso de exposiciones limitadas y use respiradores purificadores de aire con filtros de aire de partículas de alta eficiencia para exposiciones prolongadas.



**Universidad Nacional de Cuyo**  
**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**  
**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP**  
**en la provincia de Buenos Aires. Estudio de**  
**prefactibilidad.**



Pa la protección ocular use anteojos de seguridad química o un respirador purificador de aire de cara completa.

### **7.3.3.2. Almacenamiento**

Evite la exposición de los ojos, aparato respiratorio y piel. Use el equipo de protección personal apropiado durante su manejo. Lávese bien después de su manejo. Se debería almacenar el producto en su recipiente o extintor original. Cuando el producto esté contenido bajo presión (p. ej., en un extintor), inspeccione el recipiente en búsqueda de oxidación o daño, que podrían comprometer la integridad del recipiente. No almacene el producto en condiciones de humedad alta ni lo mezcle con otros agentes extintores, en particular los basados en bicarbonato de potasio.

### **7.3.3.3. Medidas a tomar en caso de vertido accidental.**

En caso de liberación accidental, use el equipo apropiado de protección respiratoria. Recoja el producto con una aspiradora o telas absorbentes húmedo y pala para minimizar la generación de polvo. Coloque el producto en una bolsa o tambor para desecharlo. Si el producto está usado y/o contaminado, use el equipo de protección personal y medios de contención que sean apropiados según la composición de la mezcla. Se debería prevenir la entrada del producto en las vías de agua.

### **7.3.4. Metanol**

#### **7.3.4.1. Controles de exposición/protección personal.**

La exposición al metanol puede ocurrir mediante la absorción, contacto con los ojos, inhalación o ingestión.

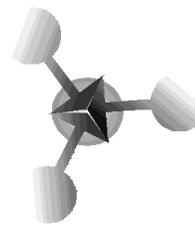
- **Absorción:** Los efectos adversos del contacto con la piel no son serios si se evita la exposición repetida y excesiva.



Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



- **Contacto con los ojos:** El metanol es un irritante ocular con efectos que van de suave a moderado. Una alta concentración de vapores o contacto directo del líquido con los ojos, causa irritación, lagrimeo y ardor.
- **Inhalación:** El tipo más frecuente de exposición al metanol es la inhalación de sus vapores. El valor límite de exposición al metanol (TLV en inglés) por un promedio de tiempo medido (TWA en inglés) es 200 ppm. Esta es la concentración media máxima que un trabajador puede exponerse en un período continuo de ocho horas.

El límite a corto plazo de la exposición (STEL en inglés) al metanol es 250 ppm. El STEL fija límites en las exposiciones por períodos de hasta 15 minutos, cuatro veces por día con por lo menos 60 minutos entre cada período, siempre y cuando el individuo no sufra ninguna irritación o malestar.

Es importante observar que el umbral olfativo del metanol es varias veces más alto que el TLVTWA.

- **Ingestión:** La ingestión del metanol por vía oral puede plantear una amenaza seria a la vida humana. Una cantidad de metanol entre 30 a 120 ml puede causar fatalidades. La ingestión produce efectos similares al de la inhalación de vapores, pero con mayor severidad y velocidad en la aparición de síntomas.
- **Absorción:** Ningún efecto nocivo serio resulta del contacto con la piel, siempre y cuando se eviten las exposiciones excesivas.

#### 7.3.4.2. Almacenamiento

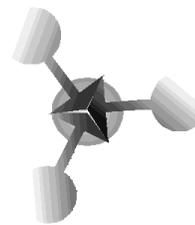
Los controles eficaces de ingeniería incluyen sistemas de alarmas de desbordes, contención secundaria para los tanques, como diques para contener derrames grandes, y detectores de hidrocarburo dentro de los diques.

Los trabajadores deben estar capacitados para manipular el metanol de manera segura. Deben implementarse sistemas y procedimientos que protejan al empleado, a la planta y al medio ambiente.

Para estar preparado ante un eventual derrame, el emplazamiento debe desarrollar e implementar planes de acción. Poner a prueba regularmente los ejercicios de dicho plan



**Universidad Nacional de Cuyo**  
**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**  
**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP**  
**en la provincia de Buenos Aires. Estudio de**  
**prefactibilidad.**



asegurará que los empleados sepan cómo responder de manera segura y efectiva en caso necesario.

#### **7.3.4.3. Medidas a tomar en caso de vertido accidental.**

- **Biodegradación / Toxicidad Acuática**

El metanol biodegrada fácilmente en agua y suelo. El metanol en altas concentraciones (> 1%) en agua salada o dulce puede tener efectos nocivos a corto plazo en la vida acuática dentro del área inmediata del derrame.

- **Reacción ante un Derrame**

Si ocurre un derrame, hay que:

- Detener o reducir la descarga del material, si se puede hacer sin riesgos.
- Eliminar todas las fuentes de ignición.
- Evitar el contacto con la piel y la inhalación.
- No caminar sobre el producto derramado.
- Permanecer en dirección del viento; manteniéndose fuera de áreas bajas.
- Prevenir la contaminación del metanol derramado en alcantarillas, espacios confinados, drenajes o canales.
- Maximizar la recuperación del metanol para reciclarlo o volver a utilizarlo.

Los envases que tengan pérdidas se deben mover al aire libre o a un área aislada, bien ventilada, y transferir el contenido a un envase adecuado. Para la supresión del vapor puede usarse espuma. Para aplacar los vapores generados utilizar agua en forma de rocío.

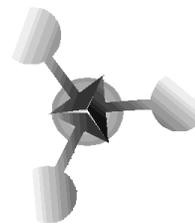
En lo posible, se debe contener derrames en tierra mediante la formación de barreras mecánicas o químicas. Retirar el producto derramado con bombas a prueba de explosiones o con equipos succionadores. Tratar la superficie con materiales absorbentes, como vermiculita o carbón activado, para quitar el metanol residual. Luego de ser usado, debe quitarse este material y la tierra contaminada de metanol.



Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



Los derrames en grandes superficies de aguas naturales como los ríos y los océanos, no pueden ser recuperados. Siempre que sea posible, se debe contener los derrames pequeños usando barreras naturales o mecánicas. Para limpiezas *in situ*, considerar el uso de materiales absorbentes, como la zeolita y el carbón activado.

Tratamiento y Desecho

### 7.3.5. Medidas correctoras

#### 7.3.5.1. Medio físico - Atmosfera

El principal impacto crítico que encontramos en este medio es la emisión de gases producida por la caldera. Esto se corrige mediante un buen mantenimiento y la incorporación de filtros.

Con la contaminación acústica producida debida al ruido y las vibraciones de la maquinaria y de los automóviles, la solución es aislar acústicamente las zonas más ruidosas. Aunque cabe decir que al tratarse de una zona industrializada, el impacto producido es mínimo.

#### 7.3.5.2. Medio físico - Suelo y Agua

Los impactos críticos que encontramos en este medio son las posibles fugas y derrames de las distintas sustancias que se manipulan en la planta, que pueden filtrarse al subsuelo, a las napas freáticas o al alcantarillado público. Para prevenir estos focos de contaminación se construyen barreras físicas para contener los posibles derrames o desbordes de los tanques.

También cabe decir que un buen mantenimiento de las válvulas y juntas de las tuberías evitará la pérdida de producto.

#### 7.3.5.3. Medio Biótico

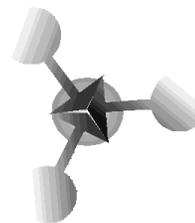
En este medio no se identifican impactos considerables, ya que la planta se localiza en un parque industrial.



Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



#### 7.3.5.4. Medio Perceptual

Al tratarse de una zona industrializada el impacto en el paisaje es mínimo ya que esta zona ya tiene gran número de empresas. Para reducir este impacto se puede construir zonas ajardinadas en las instalaciones y mantener las instalaciones limpias y en buen estado.

#### 7.3.5.5. Medio Socioeconómico

La planta proporciona empleo a personas de la zona, esto influye positivamente al nivel socioeconómico y provoca aceptación en la sociedad.

### 7.4. CONCLUSIONES

De un análisis detallado de la matriz de valoración depurada se observa que en ninguna de las fases se encuentran totales menores que cero o dicho de otra manera, valores negativos de gran paso. Pero si es importante destacar que si se encuentran valores en el rango moderado y alto.

En el caso de la actividad de producción propiamente dicha, llama la atención el valor asignado al consumo de agua de red, pero es importante aclarar que el agua usada se recupera y se reutiliza, por lo tanto este valor en realidad debería ser menor aún. Por otro lado el factor físico atmósfera se ve afectado, pero es importante destacar que en la etapa de producción lo que se emite, en su mayoría, es vapor de agua como resultado de la polimerización. Por el contrario se observan gran cantidad de valores en el rango positivo que logran que el efecto total sea del mismo signo, llevándose la mayoría el factor socioeconómico de nivel de empleo.

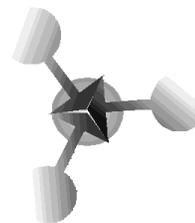
Del análisis de la evaluación de impacto ambiental concluimos que el proyecto es **ambientalmente viable** a pesar de que generará una serie de impactos negativos que se manifiestan principalmente en la etapa de producción. Aun así, todos ellos se producen ocasionalmente y en sectores localizados, existiendo medidas de compensación, mitigación, prevención y control de los impactos sobre el sistema ambiental.



**Universidad Nacional de Cuyo**

**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.**



Consideramos que ninguna de estas influencias negativas puede opacar los impactos positivos que el proyecto generará, sumados a los demás efectos positivos que la planta de producción de PLA tendrá sobre la comunidad cercana a la que se establecerá:

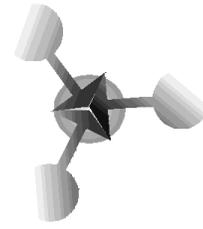
- Aumento de fuentes de trabajo por la construcción, operación y abandono de la planta para los habitantes de la localidad;
- Mejoramiento en la salud y calidad de vida de los habitantes;
- Incremento en la economía de la zona, en sus sistemas de salud y en la estructura urbana en general;
- Aportes directos del proyecto sobre la educación de los habitantes.

Después de lo expuesto se puede establecer el resultado positivo de la evaluación de impacto ambiental del proyecto, y de su conveniencia tanto para el medio natural como para el medio antrópico de su zona de influencia.



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



## CAPITULO 8

### EVALUACIÓN ECONÓMICA

#### 8.1. LOS COSTOS DEL PROYECTO

##### 8.1.1. Inversión Inicial

##### 8.1.1.1. Activos fijos

##### 8.1.1.1.1. Determinación del costo de capital

Para la determinación del costo de capital se hace uso del Método de Lang, el cual se basa en el uso de factores que al ser multiplicados por el total de la inversión en equipos de la “batería de proceso” (es decir, aquellos que son los equipos fundamentales en el proceso productivos, exceptuando aquellos que ofrecen servicios auxiliares) se obtiene un valor aproximado de la inversión en los ítems correspondientes. Si bien este método es muy usado para una primera aproximación de la inversión inicial total a realizar se debe tener cautela con el uso de los factores que presenta, ya que los mismos han sido deducidos de las inversiones realizadas en grandes plantas petroquímicas.

Para tener una primera aproximación de cuanto será la inversión total a realizar, este método posee factores generales, que dependiendo del tipo de planta química a instalar, da una idea a grandes rasgos de la misma.

El método por factores de Lang se puede encontrar en el libro “PLANT DESIGN AND ECONOMICS FOR CHEMICAL ENGINEERS” cuarta edición, cuyo autores son Max Peters y Klaus Timmerhaus. Para una mejor ubicación del método se debe ir a la sección 6 (seis), página 183.

Para una planta que procesa, en su mayoría fluidos, se puede hallar un factor global de 4,8 lo que nos da una inversión aproximada de \$1.922.395,20.

Ahora para tener una mejor aproximación hacemos uso de los factores de Lang que se pueden observar en la siguiente imagen, extraída del libro antes mencionado.

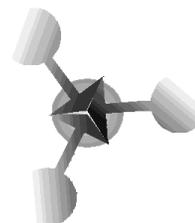


Tabla 8.1 Factores de estimación de Lang para estimar el capital de inversión en función de costo del equipamiento.

**Ratio factors for estimating capital-investment items based on delivered-equipment cost**

Values presented are applicable for major process plant additions to an existing site where the necessary land is available through purchase or present ownership. The values are based on fixed-capital investments ranging from under \$1 million to over \$20 million.

| Item   | Percent of delivered-equipment cost for |                                |                          |
|--|---|--------------------------------|--------------------------|
|  | Solid-processing plant ‡                | Solid-fluid-processing plant ‡ | Fluid-processing plant ‡ |
| Direct costs   |   |                                |                          |
| Purchased equipment-delivered (including fabricated equipment and process machinery) ‡ | 100                                     | 100                            | 100                      |
| Purchased-equipment installation   | 45                                      | 39                             | 47                       |
| Instrumentation and controls (installed)   | 9                                       | 13                             | 18                       |
| Piping (installed)   | 16                                      | 31                             | 66                       |
| Electrical (installed)   | 10                                      | 10                             | 11                       |
| Buildings (including services)   | 25                                      | 29                             | 18                       |
| Yard improvements  | 13                                      | 10                             | 10                       |
| Service facilities (installed)   | 40                                      | 55                             | 70                       |
| Land (if purchase is required)   | 6                                       | 6                              | 6                        |
| <b>Total direct plant cost</b>   | <b>264</b>                              | <b>293</b>                     | <b>346</b>               |
| Indirect costs   |   |                                |                          |
| Engineering and supervision  | 33                                      | 32                             | 33                       |
| Construction expenses  | 39                                      | 34                             | 41                       |
| <b>Total direct and indirect plant costs</b>   | <b>336</b>                              | <b>359</b>                     | <b>420</b>               |
| Contractor's fee (about 5% of direct and indirect plant costs)                         | 17                                      | 18                             | 21                       |
| Contingency (about 10% of direct and indirect plant costs)                             | 34                                      | 36                             | 42                       |
| <b>Fixed-capital investment</b>  | <b>387</b>                              | <b>413</b>                     | <b>483</b>               |
| Working capital (about 15% of total capital investment)                                | 68                                      | 74                             | 86                       |
| <b>Total capital investment</b>  | <b>455</b>                              | <b>487</b>                     | <b>569</b>               |

Antes de realizar cualquier cálculo, se debe determinar el monto total de la inversión en equipos de la "batería de proceso". Los mismos fueron detallados en el capítulo de Ingeniería.

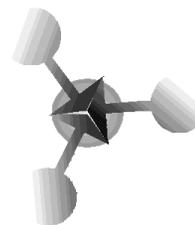


Tabla 8.2 Inversión en equipamientos de la batería de proceso.

|  |                                       |   |            |            |
|--|---------------------------------------|---|------------|------------|
| Equipos de<br>Proceso<br>(batería de<br>proceso) | Policondensador                       | 1 | \$ 21.000  | \$ 21.000  |
|  | Reactor (usado)                       | 1 | \$ 9.500   | \$ 9.500   |
|  | Torre de vacío                        | 1 | \$ 6.358   | \$ 6.358   |
|  | Bomba de engranaje                    | 1 | \$ 9.500   | \$ 9.500   |
|  | Bomba centrífuga de ácido láctico     | 6 | \$ 7.500   | \$ 45.000  |
|  | Bomba centrífuga antiexplosiva        | 2 | \$ 10.000  | \$ 20.000  |
|  | Extrusora                             | 1 | \$ 36.000  | \$ 36.000  |
|  | Pelletizadora                         | 1 | \$ 25.500  | \$ 25.500  |
|  | Báscula pesado de bolsas              | 1 | \$ 116.000 | \$ 116.000 |
|  | Intercambiador casco y tubo 1         | 1 | \$ 21.000  | \$ 21.000  |
|  | Intercambiador casco y tubo 2         | 1 | \$ 21.000  | \$ 21.000  |
|  | Tanques de almacenamiento AL 1500 l   | 2 | \$ 5.951   | \$ 11.902  |
|  | Tanques de almacenamiento AL 500 l    | 2 | \$ 2.268   | \$ 4.536   |
|  | Tanques de almacenamiento AL 1000 l   | 3 | \$ 3.790   | \$ 11.370  |
|  | Tanque de almacenamiento Lact 2000 l  | 1 | \$ 6.333   | \$ 6.333   |
|  | Tanque de almacenamiento de Osn 200 l | 1 | \$ 15.500  | \$ 15.500  |
|  | Eyector (vacío)                       | 1 | \$ 20.000  | \$ 20.000  |
|  |                                       |   |            | \$ 400.499 |

Otra acotación que debe hacerse es que el uso de los factores para una planta que maneja fluidos del tipo petroquímica posee valores que pueden sobredimensionar la inversión debido a características propias de la misma, por lo que según el ítem que se evalúe se debe tener cierto criterio sobre el uso o no del factor correspondiente o adoptar, como en este caso, factores correspondientes a una planta que maneja sólidos.

Los ítems evaluados por el método de Lang son los detallados a continuación, con sus correspondientes valores obtenidos de inversión necesaria.

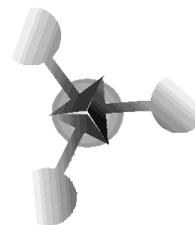


Tabla 8.3 Items evaluados por el método de Lang con la inversión necesaria para cada uno de éstos.

|                      | ITEM                            | Factor de Lang | Inversión en batería | Monto                |
|----------------------|---------------------------------|----------------|----------------------|----------------------|
| <b>Instalaciones</b> | Preparación del sitio y pintura | 0,10           | \$ 400.499,00        | \$ 40.049,90         |
|                      | Cimientos y soportes equipos    | 0,10           |                      | \$ 40.049,90         |
|                      | Montaje de equipos              | 0,20           |                      | \$ 80.099,80         |
|                      | Instrumentación y control       | 0,15           |                      | \$ 60.074,85         |
|                      | Tuberías                        | 0,10           |                      | \$ 40.049,90         |
|                      | Sistemas eléctricos             | 0,10           |                      | \$ 40.049,90         |
|                      |                                 |                | <b>TOTAL</b>         | <b>\$ 300.374,25</b> |
| <b>Otros</b>         | Ingeniería y supervisión        | 0,25           | \$ 400.499,00        | 100124,75            |
|                      | Aspectos legales                | 0,02           |                      | 8009,98              |
|                      | Honorarios contratistas         | 0,05           |                      | 20024,95             |
|                      | Contingencias                   | 0,10           |                      | 40049,9              |
|                      |                                 |                |                      | <b>168209,58</b>     |

Para la determinación de los montos a invertir en lo que respecta al terreno industrial se hace uso del valor de mercado de 150 U\$/m<sup>2</sup>, con una compra mínima exigible de 2000 m<sup>2</sup> (parcela mínima), lo cual es suficiente para las necesidades del proyecto en cuestión.

Tabla 8.4 Inversión necesaria para el terreno industrial.

| Item    | \$/m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> necesarios | Monto               |
|---------|-------------------|---------------------------|---------------------|
| Terreno | 1.275             | 2.000                     | <b>\$ 2.550.000</b> |

Para las edificaciones a realizar en la parcela a comprar se hace uso de las necesidades de espacio para cada área de la planta industrial, resultado del estudio de ingeniería y del Layout, y el valor de construcción del m<sup>2</sup> en la actualidad.

Tabla 8.5 Inversión en la edificación.

|               | Item                 | m <sup>2</sup> necesarios | \$/m <sup>2</sup> | Monto               |
|---------------|----------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|
| Edificaciones | Edificio procesos    | 222                       | 5.000             | <b>\$ 1.110.000</b> |
|               | Almacenes            | 80                        | 4.000             | <b>\$ 320.000</b>   |
|               | Edificios auxiliares | 40                        | 4.000             | <b>\$ 160.000</b>   |
|               |                      |                           | <b>TOTAL</b>      | <b>\$ 1.590.000</b> |

Para el caso particular de los servicios auxiliares además del uso del factor del Lang correspondiente (0,225) se le adicionó un valor extra por la compra de la caldera (\$ 282.000) para generación de vapor dando como resultado el mostrado en la tabla a continuación.

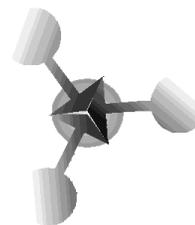


Tabla 8.6 Inversión en servicios auxiliares.

|           | Item                 | Un. | Precio/Un. | Monto      |
|-----------|----------------------|-----|------------|------------|
| Servicios | Servicios Auxiliares | 1   | \$ 372.112 | \$ 372.112 |

Dentro de la inversión inicial se agregan otros ítems que no se encuentran dentro de lo aplicable en el método de Lang, como lo son la inversión en pallets de embalaje para productos terminado (determinado por Ingeniería) y la constitución y organización de la empresa. Los datos se obtienen de la cotización por proveedores y por profesionales en la materia, respectivamente.

Tabla 8.7 Inversión en otros ítems.

|       | Item                                | Un. | Precio/Un.   | Monto            |
|-------|-------------------------------------|-----|--------------|------------------|
| Otros | Pallets                             | 781 | \$ 63        | \$ 49.137        |
|       | Constitución y organización de la e | 1   | \$ 9.500     | \$ 9.500         |
|       |                                     |     | <b>TOTAL</b> | <b>\$ 58.637</b> |

Hasta el momento se tiene una inversión distribuida en los siguientes rubros con sus montos totales.

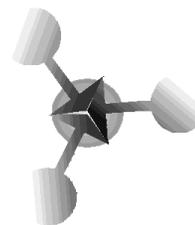
Tabla 8.8 Inversión global.

| Item Global     | Sub-item                | Monto Total         |
|-----------------|-------------------------|---------------------|
| Activo fijo     | Equipamiento de proceso | \$ 400.499          |
|                 | Terreno                 | \$ 2.550.000        |
|                 | Edificios               | \$ 1.590.000        |
|                 | Servicios auxiliares    | \$ 372.112          |
| Activo diferido | Activo diferido         | \$ 179.200          |
| Otros           | Pallets                 | \$ 49.137           |
|                 | <b>TOTAL</b>            | <b>\$ 5.441.323</b> |

#### 8.1.1.1.2. Capital de trabajo

Se puede definir como el capital adicional con el que se debe contar para que empiece a funcionar la empresa: es la diferencia aritmética entre el activo circulante y el pasivo circulante.

El capital fijo por sí solo no puede producir, necesita de un adicional de capital, necesario para que la empresa empiece a funcionar, conocido como capital circulante (o de trabajo) el que, operando con el capital fijo, realiza ciclos o actos de producción.



Para comenzar con la producción se debe disponer de capital para comprar la materia prima, pagar la M.O. directa, otorgar crédito en las primeras ventas, efectivo para los gastos diarios. Esto, desde el punto de vista contable, es el activo circulante de la empresa, que es el capital de trabajo bruto. Pero así como hay que invertir en estos rubros, también se puede obtener crédito a corto plazo en conceptos tales como impuestos y algunos servicios y proveedores, y esto es el llamado pasivo circulante.

Para su determinación existen varios métodos, entre los que se encuentra el adoptado: "Del período de desfase", el cual estima el efectivo del que debe disponer la empresa desde la compra de la materia prima e insumos, la producción, el otorgamiento de crédito y hasta que obtiene los ingresos por la cobranza de las ventas realizadas.

Para el mismo se supone que se debe disponer del efectivo en "caja" para 3 (tres) meses de producción más 1 (uno) por el otorgamiento de crédito a los clientes.

De la evaluación de cada uno de los ítems a tener en cuenta para solventar los pagos a realizar en ese periodo de tiempo se necesitan:

|                           |                   |
|---------------------------|-------------------|
| <b>Capital de trabajo</b> | <b>\$ 951.336</b> |
|---------------------------|-------------------|

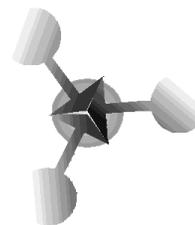
Debido a que la demanda del producto es creciente, se debe evaluar un capital de trabajo para cada año de ejercicio de la empresa.

Los mismos se ven reflejados en la siguiente tabla.

Tabla 8.9 Capital de trabajo para cada año de ejercicio de la empresa.

| <b>Año</b> | <b>Cap. De trabajo (\$)</b> |
|------------|-----------------------------|
| Momento 0  | 951.335,84                  |
| Año 2      | 1.016.684,52                |
| Año 3      | 1.305.422,93                |
| Año 4      | 1.862.403,37                |
| Año 5      | 2.490.964,51                |
| Año 6      | 3.198.398,44                |
| Año 7      | 3.731.464,84                |
| Año 8      | 4.264.531,25                |
| Año 9      | 4.797.597,65                |
| Año 10     | 5.330.664,06                |

Volviendo al tema de la inversión inicial y de acuerdo a los valores calculados para la inversión inicial, la misma se resume en un valor de:



|                              |                     |
|------------------------------|---------------------|
| <b>INVERSIÓN<br/>INICIAL</b> | <b>\$ 6.392.658</b> |
|------------------------------|---------------------|

Los valores no son representativos para determinar la inversión inicial ya que el dinero no mantiene su valor fijo en el tiempo, esto debe tenerse en cuenta ya que las inversiones no se realizan en un mismo momento sino en un periodo de un año antes del comienzo del funcionamiento real de la planta productiva.

Para ello se debe tener en cuenta un plan de inversiones del dinero a desembolsar mes a mes antes del arranque efectivo de la producción. Para ello se establece un plan de inversiones en un año de la siguiente manera:

Tabla 8.10 Plan de inversiones un año antes del comienzo del funcionamiento de la planta productiva.

| ACTIVIDAD                       | MES |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | Momento 0 |  |
|---------------------------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-----------|--|
|                                 | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |           |  |
| COMPRA DE TERRENO               |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |           |  |
| PREPARACION DEL SITIO Y PINTURA |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |           |  |
| CONSTRUCCION DE EDIFICIO        |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |           |  |
| CONFORMACION DE LA EMPRESA      |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |           |  |
| CIMIENTO Y SOPORTES DE EQUIPOS  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |           |  |
| SISTEMAS ELECTRICOS             |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |           |  |
| SERVICIOS AUXILIARES            |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |           |  |
| INSTALACION DE TUBERIAS         |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |           |  |
| COMPRA DE EQUIPOS DE PROCESO    |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |           |  |
| MONTAJE DE EQUIPOS              |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |           |  |
| INSTRUMENTACION Y CONTROL       |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |           |  |
| EDIFICOS AUXILIARES             |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |           |  |
| ALMACENES                       |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |           |  |
| INGENIERIA Y SUPERVISION        |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |           |  |
| ASPECTOS LEGALES                |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |           |  |
| HONORARIOS DE CONTRATISTAS      |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |           |  |
| CONTINGENCIAS                   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |           |  |
| CAPITAL DE TRABAJO              |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |           |  |
| PALLETS                         |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |           |  |

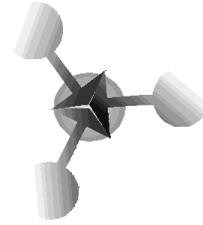
Este plan de inversión de manera aislada no indica nada, si no se determina la tasa a la cual se van a capitalizar las inversiones una vez transcurrido el periodo de tiempo establecido para su ejecución o desembolso real.

Para ello se calcula la tasa de descuento del proyecto para determinar el verdadero valor de la inversión en el instante cero o momento de arranque de la planta productiva. Haciendo uso de la siguiente correlación se llega a la determinación de la tasa necesaria:



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



$$i_p = \frac{\{i_f + \beta*(i_M - i_f)\} + RP}{100} \text{ Ecuación 8.1}$$

Siendo:

- $i_p$ : tasa anual del proyecto
- $i_f$ : tasa libre de riesgo = 5
- $\beta$ : 1,01
- $i_M$ : Tasa media del mercado= 11
- RP: Riesgo País= 674/100 = 6,74

Los valores reemplazados en la correlación anterior da un valor de  $i_p= 0,1649$ .

La tasa anterior es la tasa anual pero la que se necesita es la tasa mensual para capitalizar cada valor de inversión del valor total de acuerdo al momento establecido por el calendario de inversiones.

Para ello se calcula la tasa mensual equivalente mediante la sencilla fórmula:

$$TEM = (1 + i_p)^{1/12} - 1 \text{ Ecuación 8.2}$$

La que arroja un valor de TEM=0,0128, que aplicada a cada inversión sub i y teniendo en cuenta el plan de inversiones, indica los valores de inversión y su costo total. En la tercera columna se indica el periodo de tiempo "n" (en meses) al que se ha capitalizado tomando como referencia el momento cero de la inversión.

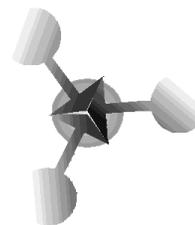
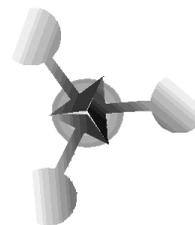


Tabla 8.11 Valores de inversión y su costo total en el momento cero de la inversión.

| Inversión                                  |   |           |                     |
|--|---|-----------|---------------------|
|  |   | n         | Total               |
| Instalaciones                              | Compra de terreno Parque Industrial       | 12        | \$ 2.970.555        |
|  | Edificio procesos                         | 9         | \$ 1.244.647        |
|  | Cimientos y soportes equipos              | 8         | \$ 44.340           |
|  | Montaje de equipos                        | 5         | \$ 85.360           |
|  | Instrumentación y control                 | 3         | \$ 62.412           |
|  | Tuberías                                  | 7         | \$ 43.780           |
|  | Sistemas eléctricos                       | 9         | \$ 44.908           |
|  | Servicios Auxiliares                      | 8         | \$ 411.976          |
|  | Almacenes                                 | 2         | \$ 328.246          |
|  | Edificos auxiliares                       | 2         | \$ 164.123          |
| Equipos de Proceso<br>(batería de proceso) | Policondensador                           | 5         | \$ 22.379           |
|  | Reactor (usado)                           | 5         | \$ 10.124           |
|  | Torre de vacío                            | 5         | \$ 6.776            |
|  | Bomba de engranaje                        | 5         | \$ 10.124           |
|  | Bomba centrífuga de ácido láctico         | 5         | \$ 47.955           |
|  | Bomba centrífuga antiexplosiva            | 5         | \$ 21.313           |
|  | Extrusora                                 | 5         | \$ 38.364           |
|  | Pelletizadora                             | 5         | \$ 27.175           |
|  | Báscula pesado de bolsas                  | 5         | \$ 123.618          |
|  | Intercambiador casco y tubo 1             | 5         | \$ 22.379           |
|  | Intercambiador casco y tubo 2             | 5         | \$ 22.379           |
|  | Tanques de almacenamiento AL 1500 l       | 5         | \$ 12.684           |
|  | Tanques de almacenamiento AL 500 l        | 5         | \$ 4.834            |
|  | Tanques de almacenamiento AL 1000 l       | 5         | \$ 12.117           |
|  | Tanque de almacenamiento Lact 2000 l      | 5         | \$ 6.749            |
|  | Tanque de almacenamiento de Osn 200 l     | 5         | \$ 16.518           |
| Eyector (vacío)                            | 5   | \$ 21.313 |                     |
| Capital de trabajo                         | Capital de trabajo                        | 1         | \$ 963.515          |
| Otros                                      | Pallets                                   | 1         | \$ 49.766           |
|  | Preparación del sitio y pintura           | 12        | \$ 46.655           |
|  | Ingeniería y supervisión                  | 12        | \$ 116.638          |
|  | Constitucion y organización de la empresa | 12        | \$ 11.067           |
|  | Aspectos legales                          | 12        | \$ 11.067           |
|  | Honorarios de contratistas                | 2         | \$ 20.541           |
|  | Contingencias                             | 12        | \$ 46.655           |
| <b>TOTAL</b>                               |   |           | <b>\$ 7.093.052</b> |



## 8.1.2. Costos de producción

Antes del cálculo de los costos totales unitarios de producción se deben evaluar cada costo unitario que interviene en su valor final.

### 8.1.2.1. Costos fijos

#### 8.1.2.1.1. Costos administrativos

En este ítem se deben tener en cuenta aquellos ítems que corresponden exclusivamente a administración para los cuales se establecen los siguientes valores.

Tabla 8.12 Costos administrativos

| Costo de administración        |             |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
|--------------------------------|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Conceptos                      | Mensual     | Año 1               | Año 2               | Año 3               | Año 4               | Año 5               | Año 6               | Año 7               | Año 8               | Año 9               | Año 10              |
| Serv. Tel e int.               | \$ 500,00   | \$ 6.000,00         | \$ 6.000,00         | \$ 6.000,00         | \$ 6.000,00         | \$ 6.000,00         | \$ 6.000,00         | \$ 6.000,00         | \$ 6.000,00         | \$ 6.000,00         | \$ 6.000,00         |
| Insumos de oficina             | \$ 1.216,00 | \$ 14.592,00        | \$ 14.592,00        | \$ 14.592,00        | \$ 14.592,00        | \$ 14.592,00        | \$ 14.592,00        | \$ 14.592,00        | \$ 14.592,00        | \$ 14.592,00        | \$ 14.592,00        |
| Consumo eléctrico              | \$ 350,00   | \$ 4.200,00         | \$ 4.200,00         | \$ 4.200,00         | \$ 4.200,00         | \$ 4.200,00         | \$ 4.200,00         | \$ 4.200,00         | \$ 4.200,00         | \$ 4.200,00         | \$ 4.200,00         |
| Depreciación oficina y almacén | \$ 4.103,08 | \$ 49.236,91        | \$ 49.236,91        | \$ 49.236,91        | \$ 49.236,91        | \$ 49.236,91        | \$ 49.236,91        | \$ 49.236,91        | \$ 49.236,91        | \$ 49.236,91        | \$ 49.236,91        |
| <b>TOTAL</b>                   |             | <b>\$ 74.028,91</b> |

#### 8.1.2.1.2. Costos en recursos humanos

Si bien la plantilla de personal que debe poseer la empresa, cuando el volumen de producción lo amerite, se compone de 6 (seis) personas, en un principio y con el transcurso del tiempo de funcionamiento de la planta productiva la cantidad de operarios varía de la siguiente manera:



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.

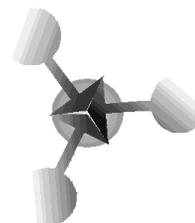


Tabla 8.13 Personal requerido en la empresa.

| Planificación de los Recursos Humanos |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Personal                              | Año 1    | Año 2    | Año 3    | Año 4    | Año 5    | Año 6    | Año 7    | Año 8    | Año 9    | Año 10   |
| Director del Proyecto                 | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        |
| Contador                              | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        |
| Técnico en Seg e Hig                  | 0        | 0        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        |
| Ingeniero de Produccion               | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        |
| Técnico Industrial                    | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        |
| Mantenimiento                         | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        |
| <b>TOTAL DE EMPLEADOS</b>             | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>6</b> | <b>6</b> | <b>6</b> | <b>6</b> |

Así los costos en recursos humanos se ven modificados año a año, hasta obtener lo observado en la siguiente tabla:



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.

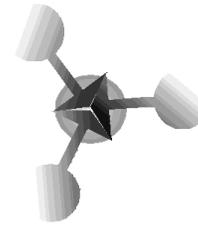
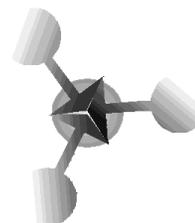


Tabla 8.14 Proyección de los costos en RRHH.

| Proyección Costos RRHH          |                       |                       |                              |                      |                      |                      |                      |                      |                        |                        |                        |                        |                        |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Personal                        | Salario mensual bruto | Contribuciones Social | Costo anual de manos de obra | Año 1                | Año 2                | Año 3                | Año 4                | Año 5                | Año 6                  | Año 7                  | Año 8                  | Año 9                  | Año 10                 |
| Director del Proyecto           | \$ 15.000,00          | \$ 9.750,00           | \$ 321.750,00                | \$ 321.750,00        | \$ 321.750,00        | \$ 321.750,00        | \$ 321.750,00        | \$ 321.750,00        | \$ 321.750,00          | \$ 321.750,00          | \$ 321.750,00          | \$ 321.750,00          | \$ 321.750,00          |
| Contador                        | \$ 5.000,00           | \$ 3.250,00           | \$ 107.250,00                | \$ -                 | \$ 107.250,00        | \$ 107.250,00        | \$ 107.250,00        | \$ 107.250,00        | \$ 107.250,00          | \$ 107.250,00          | \$ 107.250,00          | \$ 107.250,00          | \$ 107.250,00          |
| Técnico en Seg e Hig            | \$ 5.000,00           | \$ 3.250,00           | \$ 107.250,00                | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                 | \$ 107.250,00        | \$ 107.250,00        | \$ 107.250,00          | \$ 107.250,00          | \$ 107.250,00          | \$ 107.250,00          | \$ 107.250,00          |
| Ingeniero de Produccion         | \$ 9.000,00           | \$ 5.850,00           | \$ 193.050,00                | \$ 193.050,00        | \$ 193.050,00        | \$ 193.050,00        | \$ 193.050,00        | \$ 193.050,00        | \$ 193.050,00          | \$ 193.050,00          | \$ 193.050,00          | \$ 193.050,00          | \$ 193.050,00          |
| Técnico Industrial              | \$ 7.600,00           | \$ 4.940,00           | \$ 163.020,00                | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                 | \$ 163.020,00          | \$ 163.020,00          | \$ 163.020,00          | \$ 163.020,00          | \$ 163.020,00          |
| Mantenimiento                   | \$ 9.000,00           | \$ 5.850,00           | \$ 193.050,00                | \$ 193.050,00        | \$ 193.050,00        | \$ 193.050,00        | \$ 193.050,00        | \$ 193.050,00        | \$ 193.050,00          | \$ 193.050,00          | \$ 193.050,00          | \$ 193.050,00          | \$ 193.050,00          |
| <b>Costo total del personal</b> |                       |                       |                              | <b>\$ 707.850,00</b> | <b>\$ 815.100,00</b> | <b>\$ 815.100,00</b> | <b>\$ 922.350,00</b> | <b>\$ 922.350,00</b> | <b>\$ 1.085.370,00</b> |



### 8.1.2.2. Costos variables

A continuación se evalúa cada ítem que corresponde a aquellos costos que varían con las unidades producidas que son determinadas por la proyección de demanda establecida por el análisis de mercado y que puede observarse en la tabla a continuación.

Tabla 8.15 Costos variables.

| Demanda |                     |                |
|---------|---------------------|----------------|
|         | Ventas anuales (kg) | Bolsas anuales |
| Año 1   | 69.600,00           | 2.784,00       |
| Año 2   | 74.472,00           | 2.979,00       |
| Año 3   | 95.622,00           | 3.825,00       |
| Año 4   | 136.421,00          | 5.457,00       |
| Año 5   | 182.463,00          | 7.299,00       |
| Año 6   | 234.282,00          | 9.371,00       |
| Año 7   | 273.329,00          | 10.933,00      |
| Año 8   | 312.376,00          | 12.495,00      |
| Año 9   | 351.423,00          | 14.057,00      |
| Año 10  | 390.470,00          | 15.619,00      |
| TOTALES |                     | 84.818,00      |

Como se puede observar los costos variables se hacen en base a la unidad de venta, la cual corresponde a bolsas de 25 kg.

Para la producción anual se establecen los consumos en materia prima e insumos:

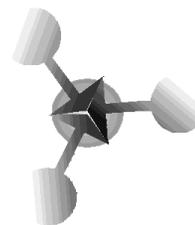


Tabla 8.16 Costos en materia prima e insumos.

| Consumos            |                   |                 |                  |                  |                  |                   |                  |
|---------------------|-------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Ac. Láctico (kg)    | Metanol (l)       | Oct de Sn (l)   | Bolsas (unidad)  | Cinta de se      | Fleje (m)        | Hebillas (unidad) | Film stretch (m) |
| 131.320,70          | 3.480,00          | 174,00          | 2.784,00         | 1.948,80         | 528,96           | 556,80            | 2.004,48         |
| 140.513,20          | 3.724,00          | 186,18          | 2.979,00         | 2.085,21         | 565,98           | 595,78            | 2.144,79         |
| 180.418,90          | 4.781,00          | 239,05          | 3.825,00         | 2.677,41         | 726,72           | 764,98            | 2.753,91         |
| 257.397,70          | 6.821,00          | 341,05          | 5.457,00         | 3.819,78         | 1.036,80         | 1.091,37          | 3.928,91         |
| 344.269,40          | 9.123,00          | 456,15          | 7.299,00         | 5.108,95         | 1.386,72         | 1.459,70          | 5.254,92         |
| 442.041,90          | 11.714,00         | 585,70          | 9.371,00         | 6.559,90         | 1.780,55         | 1.874,26          | 6.747,32         |
| 515.715,60          | 13.666,00         | 683,30          | 10.933,00        | 7.653,21         | 2.077,30         | 2.186,63          | 7.871,88         |
| 589.389,20          | 15.619,00         | 780,90          | 12.495,00        | 8.746,53         | 2.374,06         | 2.499,01          | 8.996,43         |
| 663.062,90          | 17.571,00         | 878,50          | 14.057,00        | 9.839,85         | 2.670,80         | 2.811,30          | 10.120,90        |
| 736.736,60          | 19.524,00         | 976,10          | 15.619,00        | 10.933,17        | 2.967,58         | 3.123,76          | 11.245,54        |
| <b>4.000.867,00</b> | <b>106.023,00</b> | <b>5.301,00</b> | <b>84.818,00</b> | <b>59.373,00</b> | <b>16.115,00</b> | <b>16.964,00</b>  | <b>61.069,00</b> |

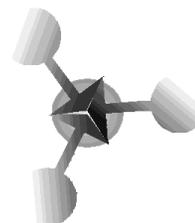
Si a continuación se establece el valor (\$) de cada ítem y se combina con la tabla precedente se pueden observar los costos totales anuales de producción.

Tabla 8.17 Costos totales de producción anual.

| Precio de mercado (\$) |             |               |                 |             |           |                   |                  |
|------------------------|-------------|---------------|-----------------|-------------|-----------|-------------------|------------------|
| Ac. Láctico (kg)       | Metanol (l) | Oct de Sn (l) | Bolsas (unidad) | Cinta de se | Fleje (m) | Hebillas (unidad) | Film stretch (m) |
| 17                     | 0,228       | 1             | 7               | 1,92        | 0,00417   | 0,01056           | 0,684            |

| Costo total de materia prima por año |                     |                    |                      |                      |                 |                  |                     |                         |
|--------------------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|----------------------|-----------------|------------------|---------------------|-------------------------|
| Ac. Láctico                          | Metanol             | Oct de Sn          | Bolsas               | Cinta de sellado     | Flejes          | Hebillas         | Film stretch        | TOTAL                   |
| \$ 2.232.452,83                      | \$ 793,44           | \$ 174,00          | \$ 19.488,00         | \$ 3.741,70          | \$ 2,20         | \$ 5,88          | \$ 1.371,06         | \$ 2.258.029,11         |
| \$ 2.388.724,50                      | \$ 848,90           | \$ 186,18          | \$ 20.852,16         | \$ 4.003,61          | \$ 2,36         | \$ 6,30          | \$ 1.467,04         | \$ 2.414.615,46         |
| \$ 3.067.122,30                      | \$ 1.090,09         | \$ 239,05          | \$ 26.774,17         | \$ 5.140,64          | \$ 3,03         | \$ 8,08          | \$ 1.883,68         | \$ 3.100.366,26         |
| \$ 4.375.761,14                      | \$ 1.555,20         | \$ 341,05          | \$ 38.197,82         | \$ 7.333,98          | \$ 4,32         | \$ 11,52         | \$ 2.687,38         | \$ 4.423.189,20         |
| \$ 5.852.580,52                      | \$ 2.080,07         | \$ 456,16          | \$ 51.089,58         | \$ 9.809,20          | \$ 5,78         | \$ 15,41         | \$ 3.594,37         | \$ 5.916.015,54         |
| \$ 7.514.713,40                      | \$ 2.670,82         | \$ 585,70          | \$ 65.599,03         | \$ 12.595,01         | \$ 7,42         | \$ 19,79         | \$ 4.615,17         | \$ 7.596.163,96         |
| \$ 8.767.165,63                      | \$ 3.115,95         | \$ 683,32          | \$ 76.532,20         | \$ 14.694,18         | \$ 8,65         | \$ 23,09         | \$ 5.384,37         | \$ 8.862.191,28         |
| \$ 10.019.617,86                     | \$ 3.561,09         | \$ 780,94          | \$ 87.465,37         | \$ 16.793,35         | \$ 9,89         | \$ 26,39         | \$ 6.153,56         | \$ 10.128.218,61        |
| \$ 11.272.070,09                     | \$ 4.006,23         | \$ 878,56          | \$ 98.398,54         | \$ 18.892,52         | \$ 11,13        | \$ 29,69         | \$ 6.922,76         | \$ 11.394.245,94        |
| \$ 12.524.522,32                     | \$ 4.451,36         | \$ 976,18          | \$ 109.331,71        | \$ 20.991,69         | \$ 12,36        | \$ 32,99         | \$ 7.691,95         | \$ 12.660.273,26        |
| <b>\$ 68.014.731,00</b>              | <b>\$ 24.173,00</b> | <b>\$ 5.301,00</b> | <b>\$ 593.729,00</b> | <b>\$ 113.996,00</b> | <b>\$ 67,00</b> | <b>\$ 179,00</b> | <b>\$ 41.771,00</b> | <b>\$ 68.793.947,00</b> |

Los valores de los mismos respecto a las ventas anuales nos da un costo unitario de producción (sin tener en cuenta los costos administrativos, recursos humanos y de servicios) de:



| UNITARIO (\$)  |
|----------------|
| <b>32,4429</b> |

Si ahora queremos añadirle el resto de los valores unitarios:

Tabla 8.18 Costos administrativos.

| Costos administrativos (\$) |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Año 1                       | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 |
| 1,06                        | 0,994 | 0,774 | 0,542 | 0,405 | 0,315 | 0,27  | 0,236 | 0,21  | 0,189  |

| Costo Administrativo (Año 1) |                |
|------------------------------|----------------|
| Costo Anual                  | Costo unitario |
| \$ 74.028,91                 | \$ 1,06        |

Tabla 8.19 Costos de mano de obra.

| Costos de mano de obra \$/unidad producida |           |
|--|-----------|
| Directa                                    | Indirecta |
| 0,4944                                     | 2,2852    |

#### 8.1.2.2.1. Costos unitarios de servicios

Tabla 8.20 Costos de energía.

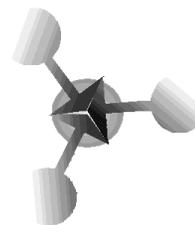
| Costos de energía (fijos) Año 10 |                |                       |              |
|----------------------------------|----------------|-----------------------|--------------|
| Equipos                          | Consumo (Kw-h) | Precio (\$)           | Total (\$)   |
| Iluminación                      |                | 3.715,59              | 22.293,52    |
| Bombas                           | 51.451,54      | 0,11                  | 2.030.848,88 |
|                                  |                | <b>TOTAL</b>          | 205.342,40   |
|                                  |                | <b>Costo unitario</b> | 5,26         |

Tabla 8.21 Costos de agua.

| Consumo de agua  |                     |
|------------------|---------------------|
| Costo anual (\$) | Costo unitario (\$) |
| 12.115,29        | 0,03                |

De la sumatoria de cada uno de los costos unitarios de cada áreas se determina el valor el **costo total unitario de producción**, el cual arroja un valor de:

| Costo unitario (\$) |        |
|---------------------|--------|
| C.U.Pr. (\$)        |        |
|                     | 41,575 |



### 8.1.3. Amortizaciones y depreciaciones

En este ítem sólo se ingresan aquellos valores asociados a las depreciaciones de la inversión inicial (batería de equipos, instalaciones, entre otros) los cuales se determinan de forma lineal en el período de evaluación del proyecto (diez años):

|                | VALOR         |
|----------------|---------------|
| Depreciaciones | \$ 412.249,70 |

## 8.2. LA CONSTRUCCIÓN DEL FLUJO DE CAJA

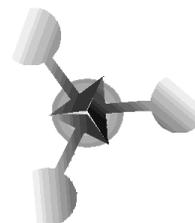
El flujo de caja de la empresa se construye haciendo el armado de la planilla de tal manera que se visualicen 5 (cinco) ítems principales, que son los de mayor relevancia para su análisis económico – financiero, sensibilidad y riesgo.

Los mismos a su vez poseen subítems, que en conjunto le dan forma a los movimientos de capital dentro y fuera de la empresa:

- Inversión inicial: evaluada en secciones precedentes. El valor que se debe tener en cuenta es aquel que se determina de la capitalización de cada subinversión de acuerdo al momento del desembolso a la tasa de descuento del proyecto.
- Ingresos: Ingresos netos (por ventas de producto) y otros ingresos (por ventas de subproducto).
- Depreciaciones: debido al uso y pérdida de valor de los equipos en el tiempo (se hace de forma lineal a los 10 años de evaluación del proyecto).
- Egresos: Costos operativos (producción, humanos, administrativos) y otros egresos (por el cambio en el capital de trabajo año a año debido a la demanda creciente).

### 8.2.1. El flujo de ingresos

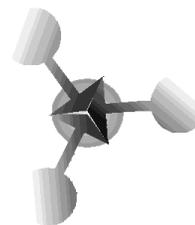
Todo aquel producto o subproducto que aumente el patrimonio de la empresa por su venta en el mercado se ingresa en esta sección del flujo de caja.



Son todos aquellos ingresos asociados a la producción anual debido a la demanda creciente. Esta demanda creciente se debe al crecimiento anual que experimenta el consumo de polímeros y el mayor número de empresas (del mercado destinatario) que eligen un producto más amigable con el medio ambiente.

Tabla 8.22 Supuestos iniciales.

| <b>Supuestos Originales</b>          |         |
|--------------------------------------|---------|
| <b>Tamaño de Mercado</b>             |         |
| <b>TOTAL</b>                         | 40      |
| <b>Crecimiento anual del mercado</b> |         |
| <b>PROMEDIO</b>                      | 7%      |
| <b>Precio</b>                        |         |
| \$ 50,00                             |         |
| <b>Cantidad promedio por cliente</b> |         |
| Kg                                   | 6960    |
| <b>Participación en el mercado</b>   |         |
| Año 1                                | 25%     |
| Año 2                                | 25%     |
| Año 3                                | 30%     |
| Año 4                                | 40%     |
| Año 5                                | 50%     |
| Año 6                                | 60%     |
| Año 7                                | 70%     |
| Año 8                                | 80%     |
| Año 9                                | 90%     |
| Año 10                               | 100%    |
| <b>Ventas anuales (kg)</b>           |         |
| Año 1                                | 69.600  |
| Año 2                                | 74.472  |
| Año 3                                | 95.622  |
| Año 4                                | 136.421 |
| Año 5                                | 182.463 |
| Año 6                                | 234.282 |
| Año 7                                | 273.329 |
| Año 8                                | 312.376 |
| Año 9                                | 351.423 |
| Año 10                               | 390.470 |



La producción de PLA trae aparejado la generación de un subproducto, ácido láctico con mayor contenido de isómero D, que puede ser vendido a un precio menor (\$8,65) del que se compra la materia prima. Estos ingresos se deben anotar en las casillas de otros ingresos del flujo de fondo.

Tabla 8.23 Subproducto generado en el proceso.

| A.Lact. D +<br>L (kg) | Ventas<br>Anuales (\$) |
|-----------------------|------------------------|
| 21.692,00             | 187.635,80             |
| 23.210,44             | 200.770,31             |
| 29.802,21             | 257.789,07             |
| 42.517,81             | 367.779,08             |
| 56.867,57             | 491.904,52             |
| 73.017,97             | 631.605,40             |
| 85.187,63             | 736.872,96             |
| 97.357,29             | 842.140,53             |
| 109.526,95            | 947.408,10             |
| 121.696,61            | 1.052.675,66           |

La suma de valor total de los ingresos debido los dos productos de la planta (producto principal y subproducto) dan el total de los ingresos por ventas, en base a la demanda proyectada y la producción que están íntimamente relacionadas.

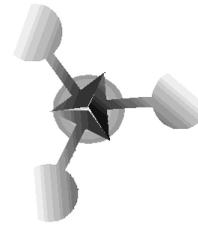
Tabla 8.24 Total de los ingresos por ventas del producto y el subproducto.

| FLUJO DE FONDOS |                   | AÑO 1           | AÑO 2           | AÑO 3           | AÑO 4           | AÑO 5           | AÑO 6           | AÑO 7            | AÑO 8            | AÑO 9            | AÑO 10           |                  |
|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| A.              | INVERSION         |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                  |                  |                  |                  |
|                 | INVERSIÓN INICIAL | \$ 7.093.052,09 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                  |                  |                  |                  |
|                 | B1)               |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                  |                  |                  |                  |
|                 | INGRESOS          | \$              |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                  |                  |                  |                  |
|                 | NETOS             | -               | \$ 3.480.000,00 | \$ 3.723.600,00 | \$ 4.781.102,40 | \$ 6.821.039,42 | \$ 9.123.140,23 | \$ 11.714.112,05 | \$ 13.666.464,06 | \$ 15.618.816,07 | \$ 17.571.168,08 | \$ 19.523.520,09 |
|                 | B2) Otros         | \$              |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                  |                  |                  |                  |
|                 | ingresos          | -               | \$ 187.635,80   | \$ 200.770,31   | \$ 257.789,07   | \$ 367.779,08   | \$ 491.904,52   | \$ 631.605,40    | \$ 736.872,96    | \$ 842.140,53    | \$ 947.408,10    | \$ 1.052.675,66  |
| B.              | TOTAL             | \$              |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                  |                  |                  |                  |
|                 | INGRESOS          | -               | \$ 3.667.635,80 | \$ 3.924.370,31 | \$ 5.038.891,47 | \$ 7.188.818,50 | \$ 9.615.044,75 | \$ 12.345.717,45 | \$ 14.403.337,03 | \$ 16.460.956,60 | \$ 18.518.576,18 | \$ 20.576.195,76 |



**Universidad Nacional de Cuyo**  
**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP**  
**en la provincia de Buenos Aires. Estudio de**  
**prefactibilidad.**



### **8.2.2. Costos operativos**

Dentro de este grupo se agrupan todos los costos debidos a la producción de cada unidad de venta, el costo unitario de la mano de obra (directa e indirecta) y los costos administrativos, que al ser multiplicados cada uno de los mismos por la producción dan los costos totales a cada una de las área de importancia (producción, RRHH y administración).

La sumatoria de los costos totales anuales debido a cada una de las áreas indican los costos operativos totales.

Se puede citar otros egresos, que son debido al capital de trabajo que debe tenerse en cuenta año a año porque la demanda es de tipo creciente.

Para ello se utiliza el mismo método usado en secciones anteriores, se calcula el costo total anula unitario para el ejercicio siguiente se divide por la unidad de tiempo adecuada (365 días) y se multiplica por el tiempo de desfase (120 días).

En las casillas correspondientes a otros egresos se observa el valor del capital de trabajo para el año siguiente.

Se debe tener en cuenta que cada valor de capital de trabajo se debe ingresar como costo en el año anterior al que corresponde.

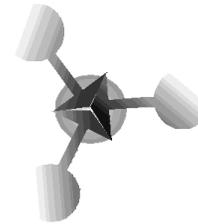


Tabla 8.25 Costos operativos y costos de capital de trabajo.

| FLUJO DE FONDOS |                                       | ANO 1           | ANO 2           | ANO 3           | ANO 4            | ANO 5            | ANO 6            | ANO 7            | ANO 8            | ANO 9            | ANO 10           |
|-----------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| C1)             | <b>COSTOS OPERATIVOS</b>              | \$ 3.516.472,48 | \$ 3.811.357,67 | \$ 4.641.270,64 | \$ 6.349.434,44  | \$ 8.156.090,68  | \$ 10.352.468,82 | \$ 11.884.647,14 | \$ 13.416.825,46 | \$ 14.949.003,77 | \$ 16.481.182,09 |
|                 | Costos de producción                  | \$ 2.734.593,57 | \$ 2.922.228,76 | \$ 3.752.141,72 | \$ 5.353.055,53  | \$ 7.159.711,77  | \$ 9.193.069,91  | \$ 10.725.248,23 | \$ 12.257.426,54 | \$ 13.789.604,86 | \$ 15.321.783,18 |
|                 | Recursos Humanos                      | \$ 707.850,00   | \$ 815.100,00   | \$ 815.100,00   | \$ 922.350,00    | \$ 922.350,00    | \$ 1.085.370,00  | \$ 1.085.370,00  | \$ 1.085.370,00  | \$ 1.085.370,00  | \$ 1.085.370,00  |
|                 | Gastos de Administración              | \$ 74.028,91    | \$ 74.028,91    | \$ 74.028,91    | \$ 74.028,91     | \$ 74.028,91     | \$ 74.028,91     | \$ 74.028,91     | \$ 74.028,91     | \$ 74.028,91     | \$ 74.028,91     |
|                 | <b>C2)</b>                            |                 |                 |                 |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|                 | <b>OTROS EGRESOS (cap de trabajo)</b> | \$ 1.016.684,52 | \$ 1.305.422,93 | \$ 1.862.403,37 | \$ 7.382.610,12  | \$ 3.198.398,44  | \$ 3.731.464,84  | \$ 4.264.531,25  | \$ 14.592.692,86 | \$ 5.330.664,06  |                  |
| <b>C.</b>       | <b>TOTAL EGRESOS</b>                  | \$ 3.516.472,48 | \$ 5.116.780,60 | \$ 6.503.674,01 | \$ 13.732.044,56 | \$ 11.354.489,11 | \$ 14.083.933,66 | \$ 16.149.178,39 | \$ 28.009.518,32 | \$ 20.279.667,83 | \$ 16.481.182,09 |

### 8.2.3. Depreciaciones

Las depreciaciones se calculan de manera lineal de las edificaciones, instalaciones y equipos de proceso, en un periodo de 10 (diez) años dando un valor de:

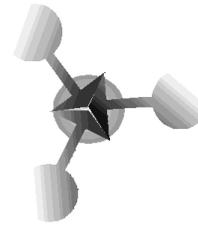
|                |               |
|----------------|---------------|
| Depreciaciones | \$ 412.249,70 |
|----------------|---------------|

Este valor debe ser descontado en cada año de ejercicio para reducir los impuestos, ya que no se considera un valor real desembolsable.



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



#### 8.2.4. Flujo neto

Es el resultado de la diferencia de los ingresos menos los costos operativos y las depreciaciones.

Tabla 8.26 Flujo neto.

| FLUJO DE FONDOS | AÑO 1            | AÑO 2          | AÑO 3            | AÑO 4            | AÑO 5            | AÑO 6            | AÑO 7            | AÑO 8            | AÑO 9             | AÑO 10           |                 |
|-----------------|------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|-----------------|
| C. FLUJOS       |                  |                |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                   |                  |                 |
| NETOS           | \$ -7.093.052,09 | \$ -261.086,38 | \$ -1.604.659,99 | \$ -1.877.032,24 | \$ -6.955.475,76 | \$ -2.151.694,07 | \$ -2.150.465,91 | \$ -2.158.091,06 | \$ -11.960.811,42 | \$ -2.173.341,36 | \$ 3.682.763,96 |

#### 8.2.5. Impuesto a los ingresos brutos (IIBB)

Se calcula como el 3% de los ingresos totales del ejercicio, siempre que el resultado del mismo sea positivo.

Tabla 8.27 Impuesto a los IIBB

| FLUJO DE FONDOS        | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | AÑO 6 | AÑO 7 | AÑO 8 | AÑO 9 | AÑO 10         |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|
| IMPUESTO A<br>LOS IIBB |       |       |       |       |       |       |       |       |       | \$ 1.104.829,9 |

Como se puede observar sólo se paga IIBB en el último año de ejercicio, debido a que en éste el flujo neto arroja un valor positivo.

#### 8.2.6. Impuesto a las ganancias

Se aplica como un 35% del flujo neto del ejercicio si este resulta positivo para el mismo.

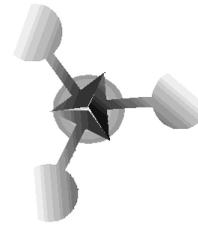


Tabla 8.28 Impuesto a las ganancias.

| FLUJO DE FONDOS          |  | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | AÑO 6 | AÑO 7 | AÑO 8 | AÑO 9 | AÑO 10 |
|--------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| IMPUESTO A LAS GANANCIAS |  | \$ -  | \$ -  | \$ -  | \$ -  | \$ -  | \$ -  | \$ -  | \$ -  | \$ -  | \$ -   |

En este caso ocurre lo mismo que para los IIBB. No se registra pago de impuesto a las ganancias en el año diez, aunque el valor es positivo, debido a que en los años anteriores los resultados de los ejercicios por años dieron saldo negativo y esto generó crédito fiscal.

### 8.2.7. Flujo neto después de impuestos

Las depreciaciones se deben descontar para poder disminuir el impuesto por ingresos brutos y a las ganancias. Aquí se debe tener en cuenta las depreciaciones, por lo que deben ser sumadas. El valor final será el flujo neto después de impuestos para el año correspondiente.

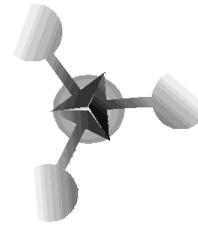
Tabla 8.29 Flujo neto después de impuestos.

| FLUJO DE FONDOS                   |               | AÑO 1      | AÑO 2        | AÑO 3        | AÑO 4        | AÑO 5        | AÑO 6        | AÑO 7        | AÑO 8         | AÑO 9        | AÑO 10       |
|-----------------------------------|---------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| FLUJOS NETOS DESPUES DE IMPUESTOS | -7.093.052,09 | 151.163,32 | 1.192.410,29 | 1.464.782,54 | 6.543.226,06 | 1.739.444,37 | 1.738.216,21 | 1.745.841,36 | 11.548.561,71 | 1.761.091,65 | 2.990.184,47 |



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.

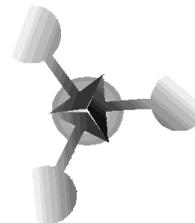


### 8.2.8. Valor residual del equipamiento

Se estableció una depreciación lineal para el equipamiento para un periodo de 10 (diez) años, tiempo del horizonte de evaluación del proyecto.

En el último año se puede realizar la venta del equipamiento que ha cumplido, en teoría, su vida útil.

El valor que adquiere en el año 10 (diez) no es el verdadero, por lo que debemos actualizar el valor del mismo a la tasa de descuento del proyecto.



Este se determina como el valor depreciado al año 10 (diez), el cual es de \$42.680,1, y actualizado a la tasa de descuento del proyecto.

|   |             |
|---|-------------|
| VALOR RESIDUAL DEL EQUIPAMIENTO ACTUALIZADO | \$ 9.273,66 |
|---|-------------|

### 8.2.9. Valor residual de la empresa

Se calcula el valor terminal al final del periodo de proyección, el cual es el valor actual de la corriente de flujo de efectivo a partir del año terminal, que es el último año del periodo de proyección. Para determinar el valor residual se hace uso de la siguiente ecuación:

$$V.R. = \frac{[C.F. * (1 + g)]}{(r - g)} \text{ Ecuación 8.3}$$

Donde:

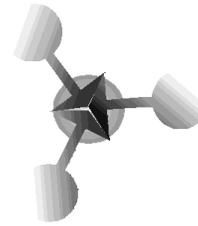
- V.R.: Valor residual
- C.F.: Flujo de efectivo en el año terminal = \$ 42.196.412,27
- g: tasa de crecimiento del flujo de efectivo = 0,11
- r: tasa de descuento del proyecto = 0,16

|                              |                  |
|------------------------------|------------------|
| VALOR RESIDUAL DE LA EMPRESA | \$ 13.130.704,10 |
|------------------------------|------------------|



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



### 8.2.10. Flujo neto acumulado

Se obtiene de la sumatoria de año a año del flujo neto después de impuestos más el resultado del ejercicio anterior.

Se usa para determinar el tiempo de recupero de la inversión inicial.

Tabla 8.30 Flujo neto acumulado

| FLUJO DE CAJA           | 0             | Año 1         | Año 2         | Año 3         | Año 4          | Año 5          | Año 6          | Año 7          | Año 8          | Año 9          | Año 10         |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| FLUJOS NETOS ACUMULADOS | -7.093.052,09 | -6.804.051,53 | -7.996.461,82 | -9.461.244,36 | -16.004.470,42 | -17.743.914,79 | -19.482.131,00 | -21.227.972,36 | -32.776.534,07 | -34.537.625,73 | -18.407.463,50 |

Como se puede observar el tiempo de recupero de la inversión es mayor al horizonte de evaluación del proyecto.

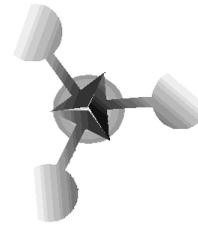


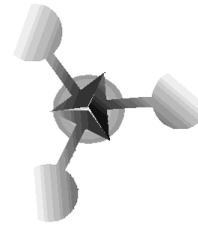
Tabla 8.31 Flujo de caja.

| FLUJO DE FONDOS      |   | AÑO 1               | AÑO 2               | AÑO 3                | AÑO 4                | AÑO 5                | AÑO 6                | AÑO 7                | AÑO 8                | AÑO 9                | AÑO 10               |                      |
|----------------------|---|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| A. INVERSIÓN         | INVERSION INICIAL                         | 7.093.052,09        |                     |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
| B. INGRESOS          | B1) INGRESOS NETOS                        | \$ -                | 3.480.000,00        | 3.723.600,00         | 4.781.102,40         | 6.821.039,42         | 9.123.140,23         | 11.714.112,05        | 13.666.464,06        | 15.618.816,07        | 17.571.168,08        | 19.523.520,09        |
|                      | B2) Otros ingresos                        | \$ -                | 187.635,80          | 200.770,31           | 257.789,07           | 367.779,08           | 491.904,52           | 631.605,40           | 736.872,96           | 842.140,53           | 947.408,10           | 1.052.675,66         |
|                      | <b>TOTAL INGRESOS</b>                     | <b>\$ -</b>         | <b>3.667.635,80</b> | <b>3.924.370,31</b>  | <b>5.038.891,47</b>  | <b>7.188.818,50</b>  | <b>9.615.044,75</b>  | <b>12.345.717,45</b> | <b>14.403.337,03</b> | <b>16.460.956,60</b> | <b>18.518.576,18</b> | <b>20.576.195,76</b> |
|                      | Depreciaciones                            |                     | 412.249,70          | 412.249,70           | 412.249,70           | 412.249,70           | 412.249,70           | 412.249,70           | 412.249,70           | 412.249,70           | 412.249,70           | 412.249,70           |
| C. EGRESOS           | <b>C1) COSTOS OPERATIVOS</b>              |                     | 3.516.472,48        | 3.811.357,67         | 4.641.270,64         | 6.349.434,44         | 8.156.090,68         | 10.352.468,82        | 11.884.647,14        | 13.416.825,46        | 14.949.003,77        | 16.481.182,09        |
|                      | Costos de producción                      |                     | 2.734.593,57        | 2.922.228,76         | 3.752.141,72         | 5.353.055,53         | 7.159.711,77         | 9.193.069,91         | 10.725.248,23        | 12.257.426,54        | 13.789.604,86        | 15.321.783,18        |
|                      | Recursos Humanos                          |                     | 707.850,00          | 815.100,00           | 815.100,00           | 922.350,00           | 922.350,00           | 1.085.370,00         | 1.085.370,00         | 1.085.370,00         | 1.085.370,00         | 1.085.370,00         |
|                      | Gastos de Administración                  |                     | 74.028,91           | 74.028,91            | 74.028,91            | 74.028,91            | 74.028,91            | 74.028,91            | 74.028,91            | 74.028,91            | 74.028,91            | 74.028,91            |
|                      | <b>C2) OTROS EGRESOS (cap de trabajo)</b> | <b>\$ -</b>         | <b>3.092.415,42</b> | <b>3.970.661,40</b>  | <b>5.664.810,26</b>  | <b>7.576.683,73</b>  | <b>9.728.461,91</b>  | <b>11.349.872,23</b> | <b>12.971.282,54</b> | <b>14.592.692,86</b> | <b>16.214.103,18</b> |                      |
| <b>TOTAL EGRESOS</b> | <b>\$ -</b>                               | <b>6.608.887,90</b> | <b>7.782.019,07</b> | <b>10.306.080,90</b> | <b>13.926.118,17</b> | <b>17.884.552,59</b> | <b>21.702.341,05</b> | <b>24.855.929,68</b> | <b>28.009.518,32</b> | <b>31.163.106,96</b> | <b>16.481.182,09</b> |                      |
| C. FLUJOS NETOS      |   | -7.093.052,09       | -261.086,38         | -4.269.898,47        | -5.679.439,13        | -7.149.549,37        | -8.681.757,54        | -9.768.873,30        | -10.864.842,36       | -11.960.811,42       | -13.056.780,48       | 3.682.763,96         |
|                      | IMPUESTO A LOS IIBB                       |                     |                     |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      | \$ -                 |
|                      | IMPUESTO A LAS GANANCIAS                  | \$ -                | \$ -                | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                 |
|                      | FLUJOS NETOS DESPUES DE IMPUESTOS         | -7.093.052,09       | 151.163,32          | -3.857.648,76        | -5.267.189,43        | -6.737.299,67        | -8.269.507,84        | -9.356.623,59        | -10.452.592,65       | -11.548.561,71       | -12.644.530,78       | 4.095.013,66         |
|                      | VALOR RESIDUAL DEL EQUIPAMIENTO           |                     |                     |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      | 9.273,66             |
|                      | VALOR RESIDUAL DE LA EMPRESA              |                     |                     |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      | 17.982.306,16        |
|                      | FLUJO DE CAJA                             | -7.093.052,09       | 151.163,32          | -3.857.648,76        | -5.267.189,43        | -6.737.299,67        | -8.269.507,84        | -9.356.623,59        | -10.452.592,65       | -11.548.561,71       | -12.644.530,78       | 22.086.593,48        |
|                      | FLUJOS NETOS ACUMULADOS                   | -7.093.052,09       | -6.790.725,45       | -10.648.374,22       | -15.915.563,64       | -22.652.863,31       | -30.922.371,15       | -40.278.994,75       | -50.731.587,40       | -62.280.149,11       | -74.924.679,89       | -52.838.086,41       |



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



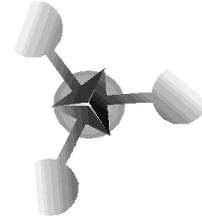
|                    | AÑO 0            | AÑO 1         | AÑO 2            | AÑO 3            | AÑO 4            | AÑO 5            | AÑO 6            | AÑO 7             | AÑO 8             | AÑO 9             | AÑO 10           |
|--------------------|------------------|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| FLUJO DE CAJA NETO | \$ -7.093.052,09 | \$ 151.163,32 | \$ -3.857.648,76 | \$ -5.267.189,43 | \$ -6.737.299,67 | \$ -8.269.507,84 | \$ -9.356.623,59 | \$ -10.452.592,65 | \$ -11.548.561,71 | \$ -12.644.530,78 | \$ 22.086.593,48 |

|     |                   |
|-----|-------------------|
| VAN | \$ -15.599.133,43 |
| TIR | #¡NUM!            |



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico  
por ROP en la provincia de Buenos Aires.  
Estudio de prefactibilidad.



## CAPITULO 9

### ANÁLISIS DE RIESGO

En el análisis de riesgo se intenta identificar diferentes factores como por ejemplo, que puede salir mal en el proyecto, que probabilidad hay de que algo salga mal en este, cuáles pueden ser las consecuencias de que algo salga mal y que se puede hacer para reducir la probabilidad y las consecuencias de que algo salga mal.

El análisis de riesgos es particularmente importante cuando las apuestas generales son grandes y cuando existe un nivel grande de incertidumbre.

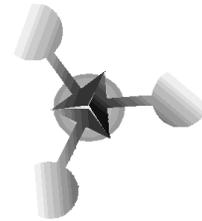
El rol o propósito esencial de la administración de riesgos es la de mejorar el desempeño del proyecto, mediante la sistemática identificación, valoración y administración de los riesgos del proyecto.

La identificación y valoración de los riesgos permite prevenir su ocurrencia, y cuando esto no es posible, desarrollar un plan de respaldo, "back-up" o de contingencia (Control proactivo). También permite modificar o minimizar la probabilidad de ocurrencia del riesgo, la calidad de las amenazas y, de ser posible, el impacto en el desempeño del proyecto (Control reactivo).

El riesgo tiene tres componentes primarios:

1. Un **evento**, (un cambio no deseado),
2. Una **probabilidad** de ocurrencia de ese evento,
3. El **Impacto** de ese evento, (cantidad apostada o en riesgo)

$$Riesgo = f(\text{evento}, \text{incertidumbre}, \text{daño})$$



### Relación Típica Costo vs Riesgo

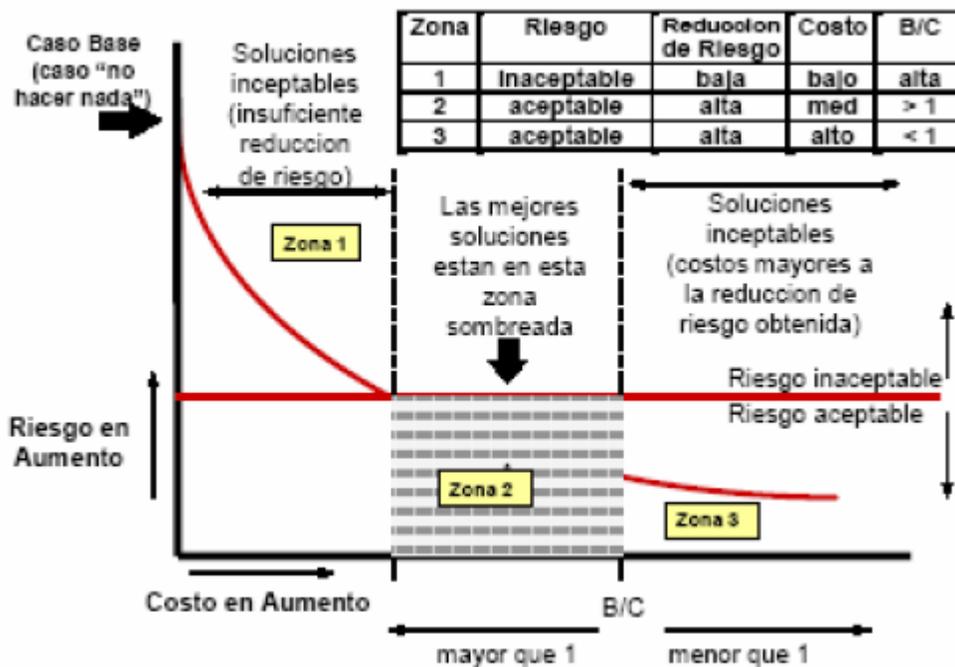


Figura 9.1 Relación Costo – Riesgo

Entre las principales causas de riesgo encontramos factores políticos, humanos, tecnológicos, físicos, de gestionamiento y del entorno.

Estrategias de reducción:

- Control en la fuente:  
Eliminación de amenazas o causas de los riesgos
- Control del riesgo:  
Disminución probabilidad de ocurrencia  
Disminución de la exposición
- Control del impacto:  
Mitigación de las consecuencias: Establecer mecanismos de protección económica, física, personal, etc.

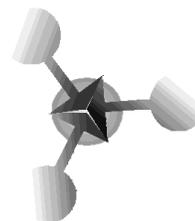


Tabla 9.1 Impacto establecido por la Probabilidad de ocurrencia de un riesgo y la exposición al mismo.

|              |              | Exposición   |          |           |          |              |
|--------------|--------------|--------------|----------|-----------|----------|--------------|
| Probabilidad | 5 - Muy Alta | 2,6          | 3,2      | 3,8       | 4,4      | 5,0          |
|              | 4 - Alta     | 2,2          | 2,8      | 3,4       | 4,0      | 4,6          |
|              | 3 - Media    | 1,8          | 2,4      | 3,0       | 3,6      | 4,2          |
|              | 2 - Baja     | 1,4          | 2,0      | 2,6       | 3,2      | 3,8          |
|              | 1 - Muy baja | 1,0          | 1,6      | 2,2       | 2,8      | 3,4          |
|              |              | 1 - Muy bajo | 2 - Bajo | 3 - Medio | 4 - Alto | 5 - Muy alto |
|              |              | Impacto      |          |           |          |              |

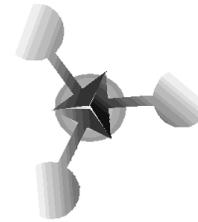


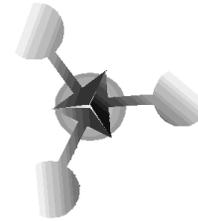
Tabla 9.2 Resultados del impacto establecido por los diferentes riesgos y su plan de contingencia.

| Riesgo Identificado                               | Amenaza | Probabilidad | Impacto | Plan contingencia   |
|---|---------|--------------|---------|---|
| Cambios en el mercado                             | 5       | 3            | 4.2     | Hacer un buen análisis de mercado y monitoreo continuo. Prever variaciones en la capacidad instalada de la planta |
| Tecnología  | 4       | 1            | 2.8     | Capacitar las personas antes de iniciar el proyecto. Monitoreo Continuo. Contar con proveedores de confianza      |
| Proveedores                                       | 4       | 2            | 3.4     | Hacer un buen contrato y evaluar una posible producción del ácido láctico   |
| Crisis económica y financiera                     | 3       | 4            | 3.4     | Producir lo necesario para cubrir los costos totales  |
| Desastres naturales y problemas climáticos        | 3       | 2            | 2.6     |   |
| Oposición de la sociedad                          | 1       | 1            | 1.0     | Dar charlas informativas del proceso y el producto  |
| Fallas en la infraestructura y servicios externos | 2       | 1            | 1.6     | Plan de Mantenimiento   |
| Crisis política                                   | 3       | 3            | 3.0     |   |
| Transporte del producto                           | 4       | 2            | 3.2     | Contar con otras alternativas de transporte   |

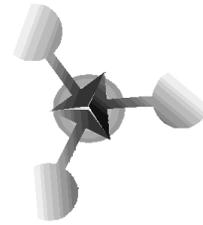


Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico  
por ROP en la provincia de Buenos Aires.  
Estudio de prefactibilidad.



|                                |   |   |     |                                       |
|--------------------------------|---|---|-----|---------------------------------------|
| Mano de obra                   | 2 | 2 | 2.0 |                                       |
| Medio ambiente legal           | 2 | 2 | 2.0 | Usar normas vigentes                  |
| Mala estimación de los costos  | 5 | 2 | 3.8 | Hacer una buena planeación y análisis |
| Cambios de normas y estándares | 3 | 2 | 2.6 | Usar normas aprobadas y establecidas. |



## CAPITULO 10

### ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

#### 10.1. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

Como en todo proyecto de inversión se toman en cuenta tres parámetros de evaluación que indican la aceptación parcial del mismo.

##### 10.1.1. EI VAN

El primero de los parámetros es el VAN (Valor Actual Neto) que nos indica la ganancia que se tiene sobre la inversión recuperada. Se obtiene como la diferencia de los valores actuales de los ingresos menos los costos actuales y la inversión inicial realizada para llevarlo a cabo.

Si su valor es positivo nos indica que se obtiene una ganancia sobre la inversión realizada, después de ejecutado el proyecto en el horizonte de evaluación. Frente a esto se podría decir que el proyecto es viable.

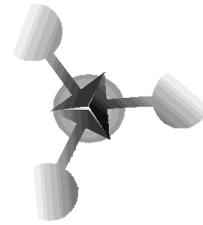
En cambio, si su valor es negativo se puede entender que el proyecto no debería realizarse de mantenerse las condiciones de operación, o si el mercado se mantiene en iguales condiciones que no son favorables para el proyecto.

Si el VAN da un valor igual a 0 (cero) esto nos indica que la inversión se ha recuperado pero no se obtendrá ningún beneficio una vez concluido el periodo de funcionamiento para el que se evaluó.

A continuación se puede observar el valor del VAN arrojado por la evaluación del mismo:

Tabla 10.1 El VAN del proyecto.

|     |                   |
|-----|-------------------|
| VAN | \$ -15.599.133,43 |
|-----|-------------------|



### 10.1.2. La TIR

La TIR o Tasa Interna de Retorno es aquella tasa de descuento que hace que el VAN se iguale a 0 (cero).

Su valor positivo puede ser un indicativo de la viabilidad económica del proyecto. Mientras más alto sea este valor positivo mayor provecho se podrá obtener de la puesta en marcha del proyecto.

Cualquier tasa de descuento por debajo de su valor no hará viable el proyecto ya que el VAN será negativo.

A continuación se puede observar el valor de la TIR evaluada para el proyecto:

Tabla 10.2 La TIR del proyecto.

|     |          |
|-----|----------|
| TIR | #¡DIV/0! |
|-----|----------|

Se puede observar que la misma no tiene un significado real, ya que el VAN es negativo.

### 10.1.3. Tiempo de recupero

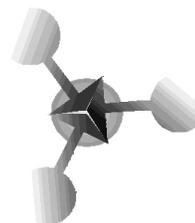
Es el tiempo que se estima que el proyecto logrará recuperar la inversión inicial y momento a partir del cual se obtienen ganancias sobre la misma.

En la sección anterior se observó que el tiempo de recupero es mayor al horizonte de evaluación del proyecto. Esto se puede observar en los flujos acumulados que nunca dan valores positivos dentro del periodo de evaluación.

## 10.2. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

### 10.2.1. Aumento en el valor de mercado de la materia prima

Como la materia prima es el costo que mayor influye sobre el costo total de producción, se debe prestar plena atención en su modificación.



Una de las posibilidades es que su valor de mercado aumente en un 10% y que se puede observar su repercusión al observar los dos parámetros de evaluación más comunes: el VAN y la TIR.

Tabla 10.3 Valores del VAN y la TIR del proyecto, frente a un aumento de la materia prima en el mercado.

|     |                   |
|-----|-------------------|
| VAN | \$ -21.759.222,09 |
| TIR | #¡DIV/0!          |

Lo que se observa es un empobrecimiento más marcado de la rentabilidad del proyecto (suponiendo las otras variables fijas).

### 10.2.2. Disminución de las ventas

Si en cambio, existiera la mala fortuna de que las ventas no fueran las proyectadas y en realidad fueran un 10% menor que lo previsto, el VAN y la TIR se verían afectados de la siguiente forma:

Tabla 10.4 Valores del VAN y la TIR del proyecto, frente a una disminución de las ventas.

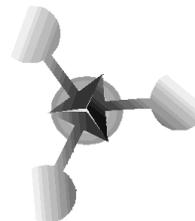
|     |                   |
|-----|-------------------|
| VAN | \$ -20.127.929,40 |
| TIR | #¡DIV/0!          |

### 10.2.3. Aumento de los costos operativos totales

Ya se determinó que el aumento en la materia prima y la reducción en las ventas proyectadas repercuten muy fuerte en la viabilidad económica del proyecto, pero que pasaría si los costos operativos fueran los que aumentarían en un 10%. Lo planteado se puede observar en los valores del VAN y la TIR de la tabla siguiente:

Tabla 10.5 Valores del VAN y la TIR del proyecto, frente a un aumento de los costos operativos totales.

|     |                   |
|-----|-------------------|
| VAN | \$ -20.423.324,43 |
| TIR | #¡DIV/0!          |



#### 10.2.4. Precio mínimo de venta

Después de evaluados tres escenarios diferentes de posibilidades que pueden presentarse en la puesta en marcha del proyecto y observando que el proyecto es no viable (según el VAN). Se recurre a evaluar a partir de qué precio es viable el mismo. Esto es lo mismo que decir, a qué precio el VAN se hace 0 (cero).

Lo siguiente se puede observar en la tabla presentada a continuación.

Tabla 10.6 Precio para el cual el proyecto es viable.

| Precio   |
|----------|
| \$ 63,63 |

#### 10.3. CONCLUSIÓN

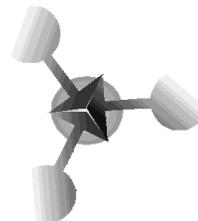
Después de las evaluaciones previas es posible sacar varias conclusiones:

- Es un proyecto muy sensible al cambio de precio de la materia prima y debido a que es la raíz de la producción de PLA cualquier aumento en su precio repercute muy negativamente, aún si el cambio es pequeño;
- Si bien la materia prima se puede conseguir en diferentes distribuidores del País, su procedencia (países extranjeros) genera cierta duda en la disponibilidad y en la cantidad de la misma con el tiempo;
- Debido a que el ácido láctico se obtiene por medio de la importación, su precio se ve muy afectado por las fluctuaciones en el mercado mundial y la legislación aduanera de Argentina;
- El precio de piso al que se puede vender este biopolímero es muy elevado para poder competir con los grandes polímeros que dominan el mercado en el área de interés de la empresa. Si bien el precio es competitivo con respecto a otros biopolímeros encontrados en importadores/distribuidores de la Nación, no lo es con respecto a los "commodities".



**Universidad Nacional de Cuyo**  
**Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria**

**Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP en la provincia de Buenos Aires. Estudio de prefactibilidad.**

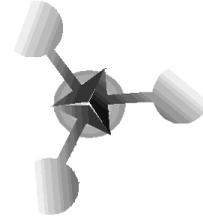


En resumen, se cree que el proyecto no es viable para su puesta en marcha, inserción en el mercado de un nuevo material de estas características y mantenimiento de su operación, si una gran cantidad de condiciones de mercado, legislación e industriales no se modifican o mejoran.



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



## APÉNDICES Y ANEXOS

### ANEXO I

MODELO DE ENCUESTA

#### CUESTIONARIO EMPRESAS

**NOMBRE O RAZON SOCIAL:**

**ENTREVISTADO:**

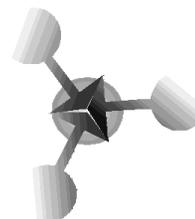
**PUESTO:**

**UBICACIÓN GEOGRAFICA:**

**PRODUCTOS:**

#### **PREGUNTAS**

- 1. ¿A QUÉ SECTOR INDUSTRIAL ESTÁN DESTINADOS SUS PRODUCTOS?**
  - a) Alimenticia
  - b) Bolsas
  - c) Packaging
  - d) Envases
  - e) Tubería
  - f) Eléctrica
  - g) Otros (especificar)
- 2. ¿SUS PRODUCTOS SON EXPORTADOS O SON PARA EL MERCADO NACIONAL?**
  - a) Exportación
  - b) Mercado Nacional
- 3. ¿CUAL ES EL PROMEDIO DE CONSUMO MENSUAL DE PELLETS DE SU EMPRESA? (bolsas de 50 kg):**
  - a) 1000 – 2000 bolsas
  - b) 2000 – 5000 bolsas
  - c) 5000 – 10000 bolsas
  - d) 10000 – 50000 bolsas
  - e) Más de 50000 bolsas
- 4. EL ORIGEN DE LOS PELLETS QUE USTEDES UTILIZAN ES:**
  - a) Importado
  - b) Nacional
- 5. MARQUE CON UNA CRUZ QUIENES SON SUS PROVEEDORES.**
  - a) DOW
  - b) DuPONT
  - c) Alta Plastica SA
  - d) Clion Polimeros SA



- e) Simpa SA
- f) Petroquímica Cuyo
- g) Solvay Indupa SAIC
- h) Petrobras Argentina SA
- i) Basf Argentina SA
- j) Aislantes de Cuyo SA
- k) Induspol Aislaciones SA
- l) PBB Polisur SA
- m) DAK Americas Argentina SA
- n) Otros (especificar)

**6. ¿ESTARÍAN DISPUESTOS A COMPRAR PELLETS DE BIOPLÁSTICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE SUS PRODUCTOS?**

SI NO

**7. EN EL CASO DE UTILIZAR BIOPLASTICOS, SU COMPOSICION FINAL SERA:**

- a) Solo bioplasticos
- b) Combinado (bioplasticos + polímeros convencionales)

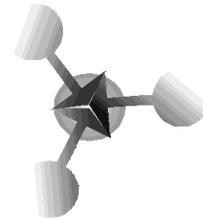
**8. ¿CUÁNTO ESTARÍA DISPUESTO A PAGAR POR PELLETS DE BIOPLÁSTICOS?  
Precios en U\$\$/bolsas de 50kg**

- a) 57.50 – 65.00
- b) 65.00 – 72.50
- c) 72.50 – 80.00
- d) 80.00 – 87.50
- e) 87.50 – 95.00
- f) 95.00 – 100.00

Tabla 1

Resultado de encuestas

| Pregunta<br>N° | Empresas |   |   |   |   |   |   |   |   |     |     |       |    |     |
|----------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|-----|-------|----|-----|
|                | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10  | 11  | 12    | 13 | 14  |
| 1              | d        | a | g | C | a | e | a | g | d | a   | a b | a b d | g  | a b |
| 2              | b        | b | b | B | b | b | b | b | a | b   | a   | b     | b  | b   |
| 3              | a        | a | a | A | a | a | e | a | a | e   | e   | a     | a  | e   |
| 4              | a        | a | a | A | a | b | b | b | b | b   | b   | a b   | b  | b   |
| 5              | i        | f | c | N | n | n | c | n | n | f l | n   | a c   | b  | a b |
| 6              | a        | b | a | A | a | a | a | a | a | a   | a   | a     | a  | a   |
| 7              | b        |   | b | B | b | b | b | b | b | b   | b   | b     | b  | b   |



8 | | e | A | a | a | a | a | e | a | a | a | a | a

## Gráficos Encuestas

Gráfico 1

| Respuestas          | Sector destino de productos |
|---------------------|-----------------------------|
| Alimenticia         | 6                           |
| Empaque y embalajes | 2                           |
| Packaging           | 0                           |
| Envases             | 4                           |
| Tuberías            | 1                           |
| Eléctrica           | 0                           |
| Otros               | 1                           |

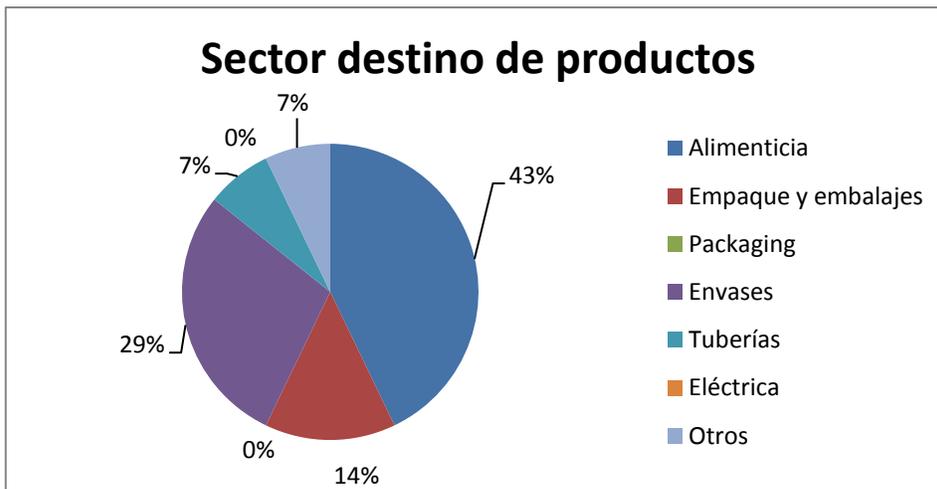
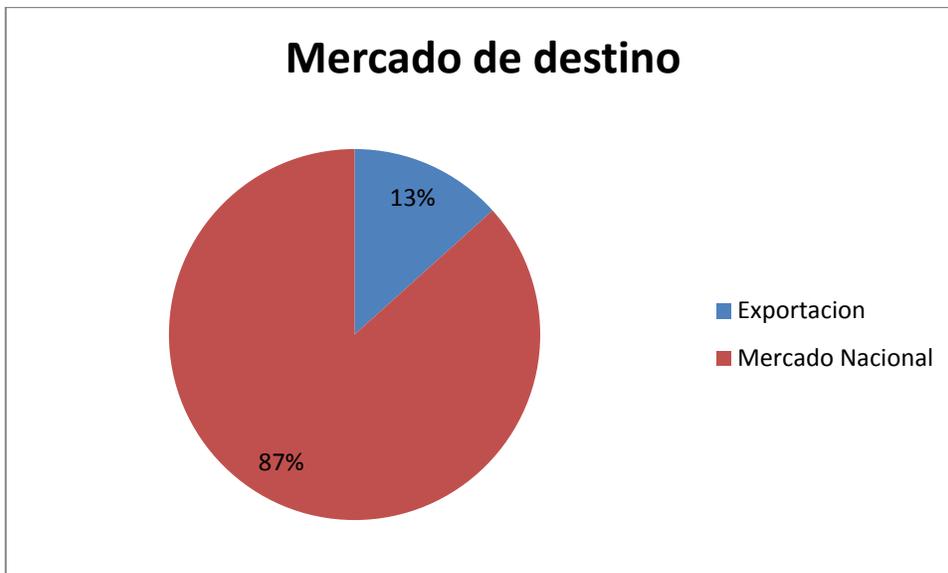
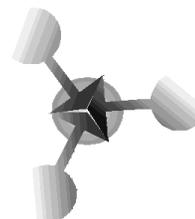


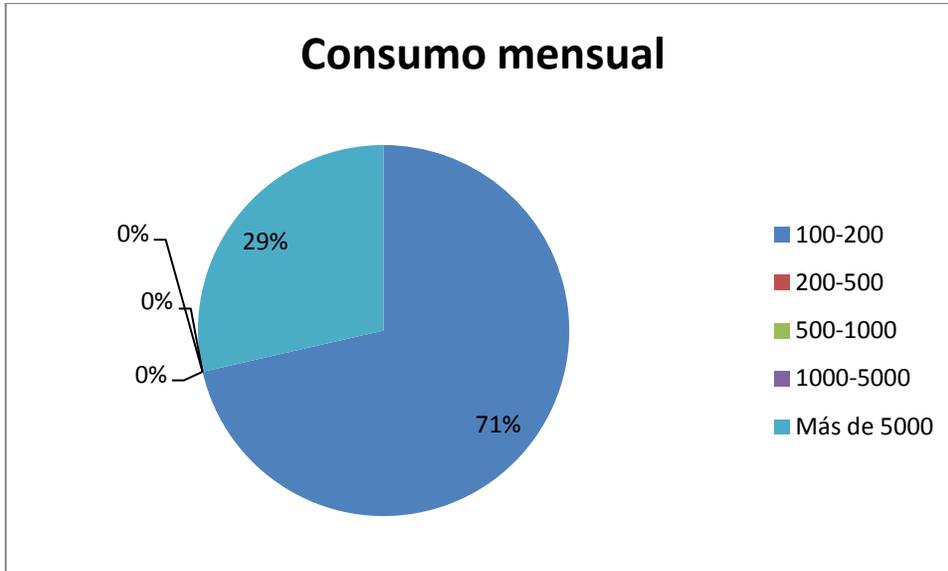
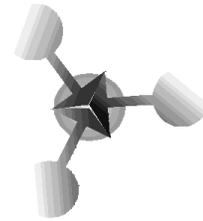
Gráfico 2

|                  |         |
|------------------|---------|
| Respuestas       | mercado |
| Exportacion      | 2       |
| Mercado Nacional | 13      |



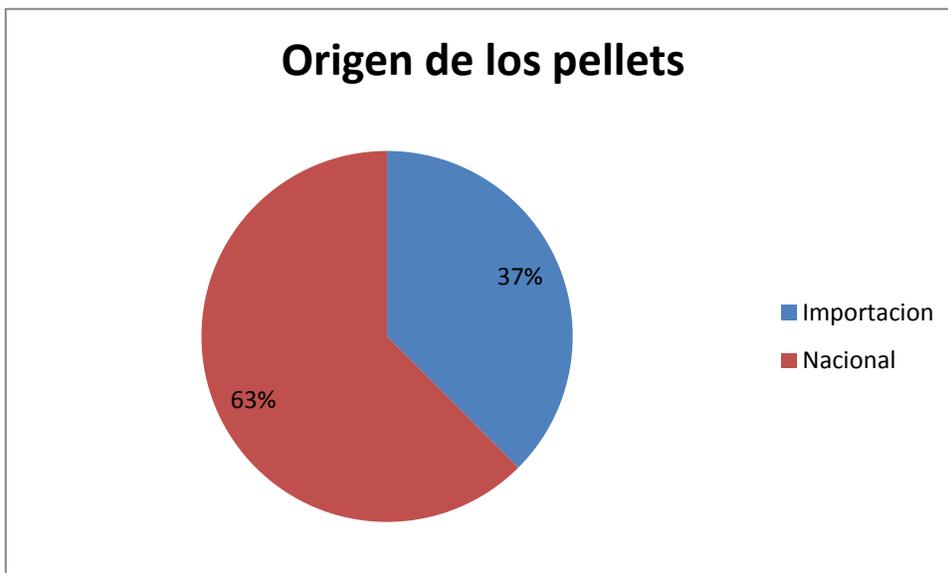
**Gráfico 3**

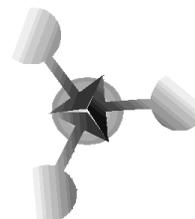
| Respuestas  | Consumo |
|-------------|---------|
| 100-200     | 10      |
| 200-500     | 0       |
| 500-1000    | 0       |
| 1000-5000   | 0       |
| Más de 5000 | 4       |



**Gráfico 4**

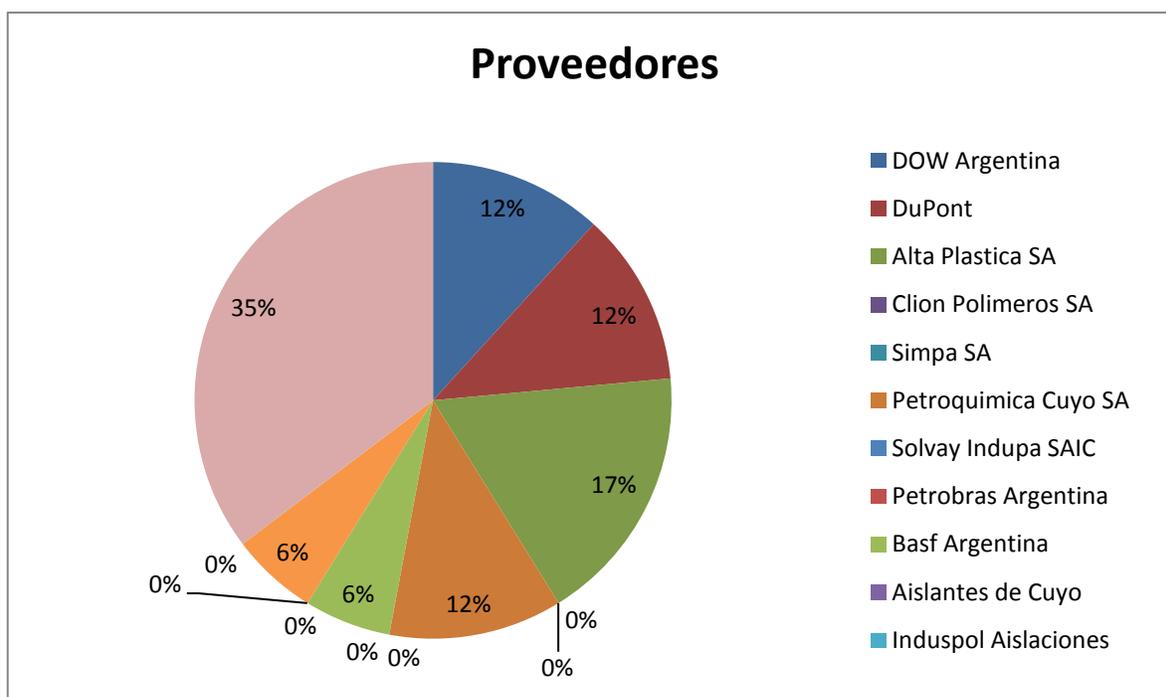
| Respuestas  | Origen |
|-------------|--------|
| Importacion | 6      |
| Nacional    | 10     |

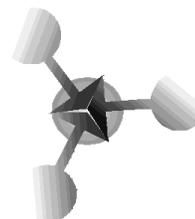




**Gráfico 5**

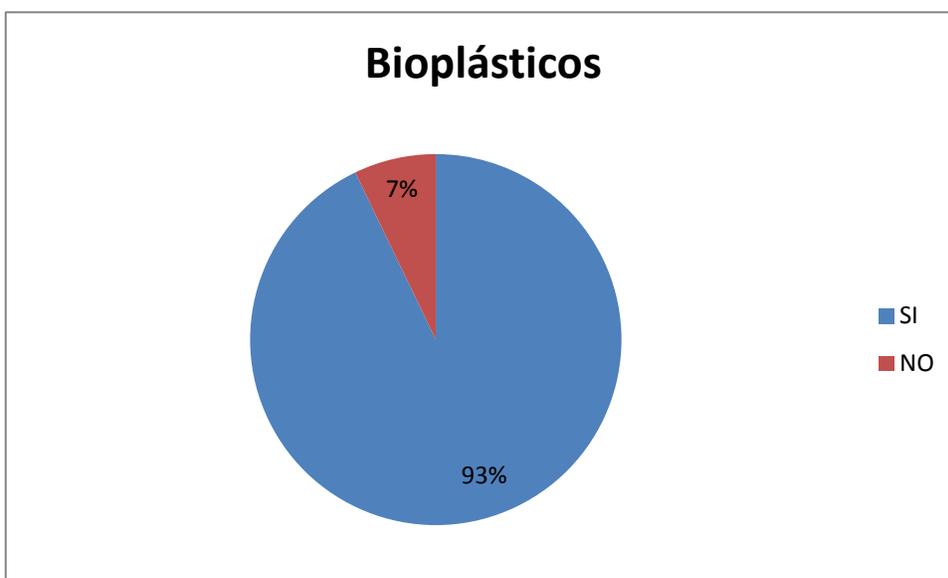
| Respuestas             | Proveedores |
|------------------------|-------------|
| DOW Argentina          | 2           |
| DuPont                 | 2           |
| Alta Plastica SA       | 3           |
| Clion Polimeros SA     | 0           |
| Simpa SA               | 0           |
| Petroquimica Cuyo SA   | 2           |
| Solvay Indupa SAIC     | 0           |
| Petrobras Argentina    | 0           |
| Basf Argentina         | 1           |
| Aislantes de Cuyo      | 0           |
| Induspol Aislaciones   | 0           |
| PBB Polisor SA         | 1           |
| DAK Americas Argentina | 0           |
| Otros                  | 6           |





**Gráfico 6**

| Respuestas | Comprarían |
|------------|------------|
| SI         | 14         |
| NO         | 0          |



**Gráfico 7**

| Respuestas | Uso |
|------------|-----|
| Solo       | 0   |
| Combinado  | 14  |

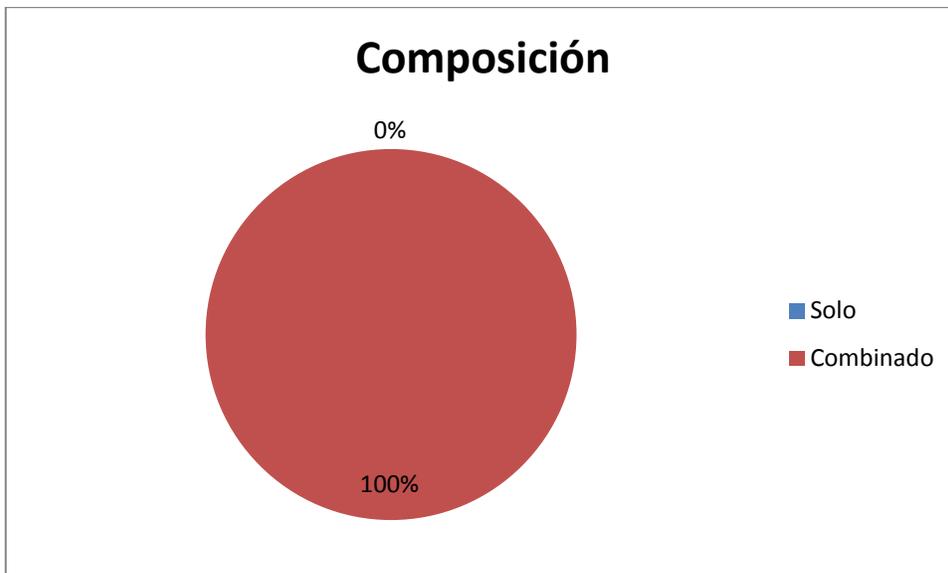
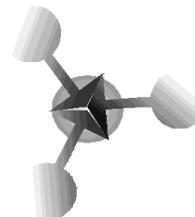
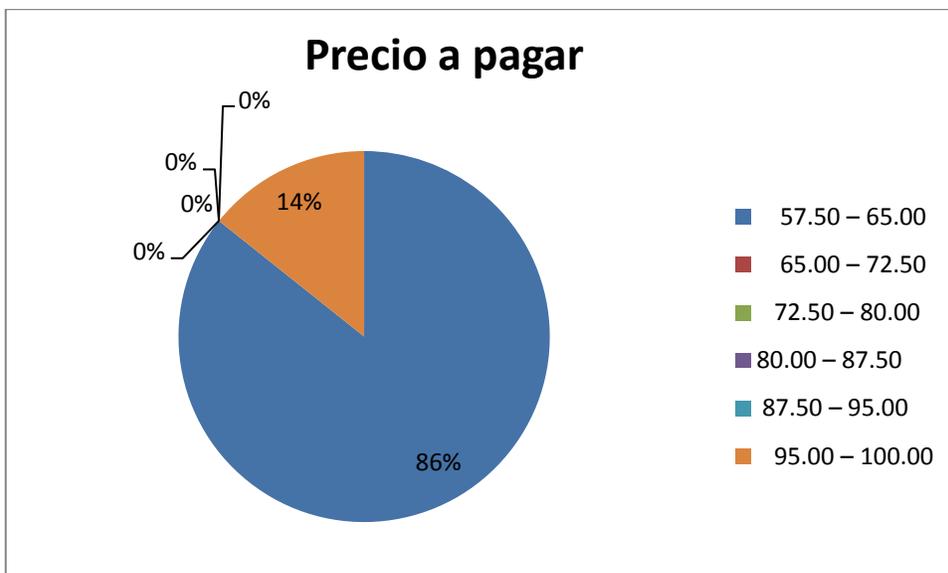
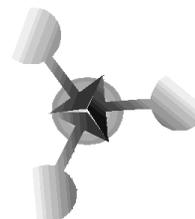


Gráfico 8

| Respuestas     | Precio |
|----------------|--------|
| 57.50 – 65.00  | 12     |
| 65.00 – 72.50  | 0      |
| 72.50 – 80.00  | 0      |
| 80.00 – 87.50  | 0      |
| 87.50 – 95.00  | 0      |
| 95.00 – 100.00 | 2      |

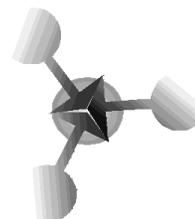


## ANEXO II

Tabla 2

### Clientes potenciales

| Empresa                         | Ubicación                |
|---------------------------------|--------------------------|
| Industrias Plasticas Echeverría | San Martín, Bs As        |
| Flexodian                       | Lomas del Mirador, Bs As |
| Super – Bol                     | Barracas, Cap Fed, Bs As |
| CapoPlast                       | Córdoba, Córdoba         |
| Her Plast SRL                   | Florida, Bs As           |
| Inyectal ATM SRL                | Caseros, Bs As           |
| Duzzen SA                       | Ciudadela, Bs As         |
| AG - Bolsas de plásticos        | Maipu, Mza.              |
| Establecimiento ALH SRL         | CABA                     |
| Resifilm SRL                    | Martín Coronado, Bs As   |
| ADOC Envases SRL                | Florida, Bs As           |
| Tom Plast                       | Ianús Oeste, Bs As       |
| Plastiandino                    | San Rafael, Mza          |
| Termoplástica San Rafael        | San Rafael, Mza          |

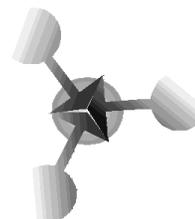


|                             |                     |
|-----------------------------|---------------------|
| Envapet SA                  | Cordoba, Cordoba    |
| Poliwal srl                 | Rosario, Sta fe     |
| Fadep                       | CABA                |
| Duraplas                    | Santa Fe            |
| Env Plast LAGO              | Tablada, Bs As      |
| Gemplast                    | Rosario             |
| Mulplast                    | San Martín, Bs As   |
| Orions Argentina            | Caseros, Bs As      |
| Plasticos EL BAGUAL         | Ciudadela, Bs As    |
| Wenco                       | Guaymallen, Mza     |
| Geminelli SA                | Perez, Santa Fe     |
| Tecnolastic                 | Don Torcuato, Bs As |
| Matricería Santiago         | Guaymallen, Mza     |
| Plasticos Ciudadela         | Ciudadela, Bs As    |
| Termoformado Consiglieri    | cap Fed, Bs As      |
| Plasticos el Tordo          | Moreno, Bs As       |
| Marplastic                  | San Martín, Bs As   |
| Plasticos FR SA             | Rosario, Sta fe     |
| Plasticos Lanus             | Lanus este, Bs As   |
| Plástica                    | CABA, Bs As         |
| Plasticos Homero PET sa     | Cordoba, Cordoba    |
| Plaspalet SA                | CABA, Bs As         |
| Bariel Pack                 | Caseros, Bs As      |
| Carlos A. Mazzieri y Cia SA | Colón, Bs As        |
| Tb Plastics SA              | Boulogne, Bs As     |
| Bolsas Mar-zo               | CABA, Bs As         |
|                             |                     |

### ANEXO III

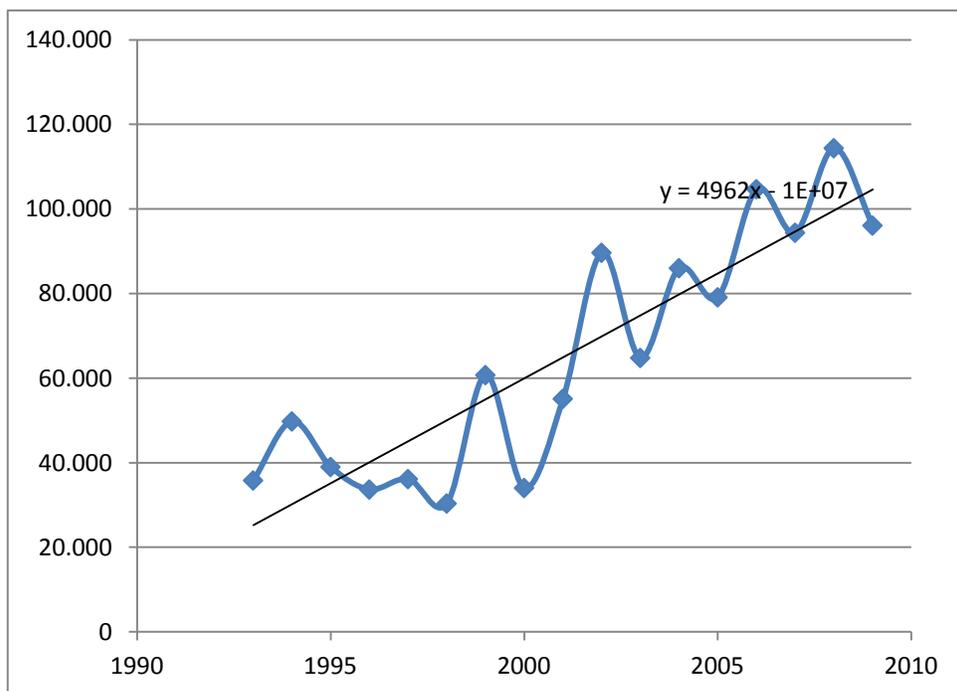
Tabla 3

| POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD LINEAL |           |           |           |              |                      |    |    |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|----------------------|----|----|
| USOS: FILM (85)                     |           |           |           |              |                      |    |    |
| AÑO                                 | PROD. (t) | IMPO. (t) | EXPO. (t) | C. APAR. (t) | C. prod nacional (t) | %  | %  |
| 1993                                | 41.616    |           | 5.802     | 35.814       | 35.814               |    |    |
| 1994                                | 52.964    |           | 3.190     | 49.774       | 49.774               | 28 | 28 |



|      |         |        |         |         |         |     |     |
|------|---------|--------|---------|---------|---------|-----|-----|
| 1995 | 49.438  | 13.229 | 10.435  | 52.232  | 39.003  | 5   | -28 |
| 1996 | 51.000  | 21.595 | 17.321  | 55.274  | 33.679  | 6   | -16 |
| 1997 | 43.899  | 41.385 | 7.750   | 77.534  | 36.149  | 29  | 7   |
| 1998 | 31.980  | 43.730 | 1.609   | 74.101  | 30.371  | -5  | -19 |
| 1999 | 63.830  | 49.180 | 3.093   | 109.917 | 60.737  | 33  | 50  |
| 2000 | 40.098  | 65.020 | 6.056   | 99.062  | 34.042  | -11 | -78 |
| 2001 | 170.135 | 43.146 | 115.016 | 98.265  | 55.119  | -1  | 38  |
| 2002 | 218.030 | 23.603 | 128.374 | 113.259 | 89.656  | 13  | 39  |
| 2003 | 215.594 | 37.469 | 150.802 | 102.261 | 64.792  | -11 | -38 |
| 2004 | 261.155 | 50.337 | 175.138 | 136.354 | 86.017  | 25  | 25  |
| 2005 | 269.216 | 59.816 | 190.096 | 138.936 | 79.120  | 2   | -9  |
| 2006 | 295.414 | 54.526 | 190.722 | 159.218 | 104.692 | 13  | 24  |
| 2007 | 265.652 | 65.333 | 171.252 | 159.733 | 94.400  | 0   | -11 |
| 2008 | 283.498 | 60.098 | 169.113 | 174.483 | 114.385 | 8   | 17  |
| 2009 | 286.463 | 74.106 | 190.370 | 170.199 | 96.093  | -3  | -19 |
|      |         |        |         | 106.260 | 64.932  | 8   | 1   |

Gráfico 9



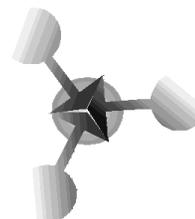


Tabla 4

| POLIPROPILENO   |           |           |           |              |                      |             |               |
|---|-----------|-----------|-----------|--------------|----------------------|-------------|---------------|
| USOS: PELICULA (27), FIBRAS Y FILAMENTOS (23), INYECCION (23) |           |           |           |              |                      |             |               |
| AÑO   | PROD. (t) | IMPO. (t) | EXPO. (t) | C. APAR. (t) | C. prod nacional (t) | % variacion | % variacion N |
| 1993  | 118.518   | 14.989    | 36.327    | 97.180       | 82.191               |             |               |
| 1994  | 144.323   | 16.651    | 58.856    | 102.118      | 85.467               | 5           | 4             |
| 1995  | 164.653   | 13.703    | 77.050    | 101.306      | 87.603               | -1          | 2             |
| 1996  | 180.849   | 19.533    | 55.615    | 144.767      | 125.234              | 30          | 43            |
| 1997  | 194.696   | 28.720    | 55.902    | 167.514      | 138.794              | 14          | 11            |
| 1998  | 213.117   | 37.173    | 53.333    | 196.957      | 159.784              | 15          | 15            |
| 1999  | 193.826   | 33.879    | 47.314    | 180.391      | 146.512              | -9          | -8            |
| 2000  | 234.376   | 38.761    | 78.205    | 194.932      | 156.171              | 7           | 7             |
| 2001  | 247.996   | 29.352    | 105.725   | 171.623      | 142.271              | -14         | -9            |
| 2002  | 246.681   | 17.498    | 123.369   | 140.810      | 123.312              | -22         | -13           |
| 2003  | 264.577   | 34.064    | 113.672   | 184.969      | 150.905              | 24          | 22            |
| 2004  | 250.718   | 40.363    | 74.065    | 217.016      | 176.653              | 15          | 17            |
| 2005  | 246.862   | 53.729    | 65.865    | 234.726      | 180.997              | 8           | 2             |
| 2006  | 258.901   | 46.386    | 75.275    | 230.012      | 183.626              | -2          | 1             |
| 2007  | 252.323   | 84.006    | 57.146    | 279.183      | 195.177              | 18          | 6             |
| 2008  | 224.540   | 76.121    | 45.931    | 254.730      | 178.609              | -10         | -8            |
| 2009  | 238.696   | 89.787    | 50.527    | 277.956      | 188.169              | 8           | 5             |
|   |           | Promedios |           | 186.835      | 147.146              | 5           | 6             |

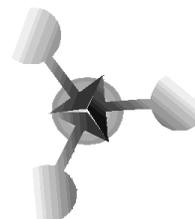


Gráfico 10

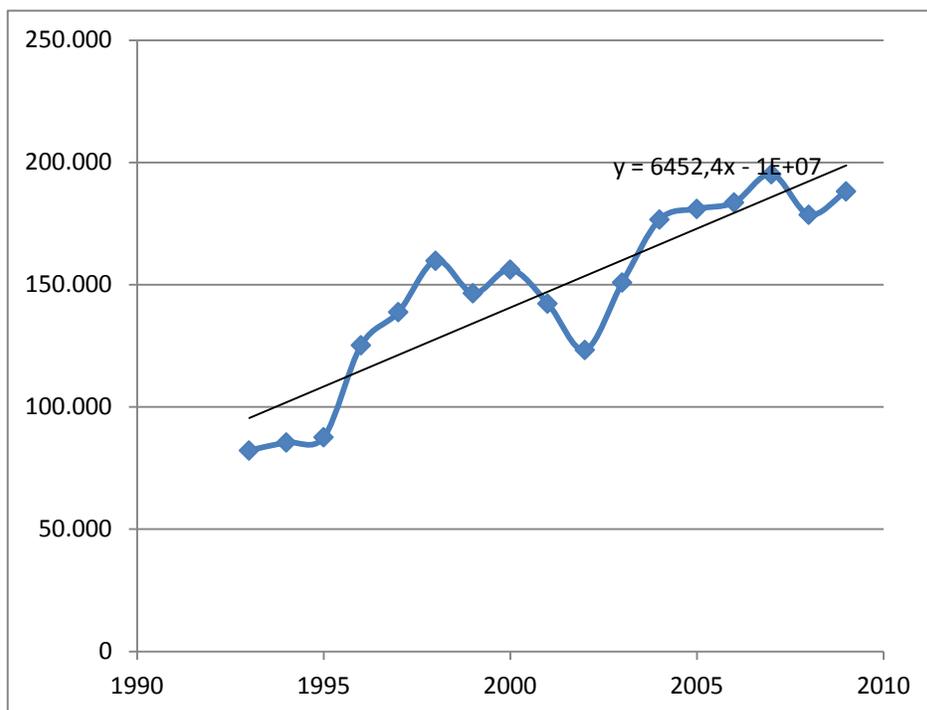
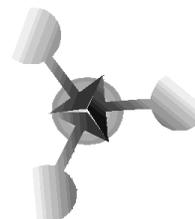


Tabla 5

| PET DE USO ENVASE   |           |           |           |              |                      |    |     |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|----------------------|----|-----|
| USOS: ENVASES (100) |           |           |           |              |                      |    |     |
| AÑO                 | PROD. (t) | IMPO. (t) | EXPO. (t) | C. APAR. (t) | C. prod nacional (t) | %  | %   |
| 1993                | 1.400     | 11.399    | 18        | 12.781       | 1.382                |    |     |
| 1994                | 3.000     | 33.519    | 2         | 36.517       | 2.998                | 65 | 54  |
| 1995                | 4.500     | 41.248    |           | 45.748       | 4.500                | 20 | 33  |
| 1996                | 7.000     | 65.302    |           | 72.302       | 7.000                | 37 | 36  |
| 1997                | 5.400     | 88.399    |           | 93.799       | 5.400                | 23 | -30 |
| 1998                |           | 106.569   | 16.971    | 89.598       | -16.971              | -5 | 132 |
| 1999                | 100.000   | 82.940    | 44.784    | 138.156      | 55.216               | 35 | 131 |
| 2000                | 123.000   | 82.937    | 63.814    | 142.123      | 59.186               | 3  | 7   |
| 2001                | 143.318   | 90.502    | 65.492    | 168.328      | 77.826               | 16 | 24  |



|      |         |         |           |         |         |     |     |
|------|---------|---------|-----------|---------|---------|-----|-----|
| 2002 | 160.500 | 61.444  | 84.547    | 137.397 | 75.953  | -23 | -2  |
| 2003 | 150.500 | 96.887  | 81.819    | 165.568 | 68.681  | 17  | -11 |
| 2004 | 175.714 | 107.207 | 92.524    | 190.397 | 83.190  | 13  | 17  |
| 2005 | 150.000 | 111.829 | 64.875    | 196.954 | 85.125  | 3   | 2   |
| 2006 | 158.948 | 85.645  | 52.718    | 191.875 | 106.230 | -3  | 20  |
| 2007 | 146.300 | 108.817 | 29.718    | 225.399 | 116.582 | 15  | 9   |
| 2008 | 158.139 | 94.156  | 38.947    | 213.348 | 119.192 | -6  | 2   |
| 2009 | 163.170 | 84.369  | 35.618    | 211.921 | 127.552 | -1  | 7   |
|      |         |         | Promedios |         | 57.591  | 13  | 27  |

Gráfico 11

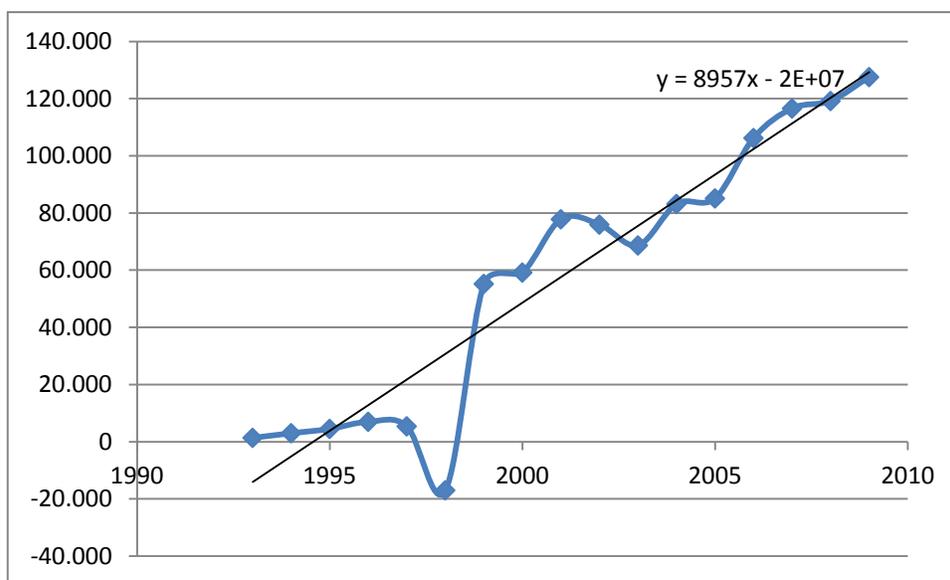
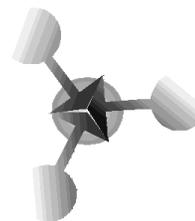


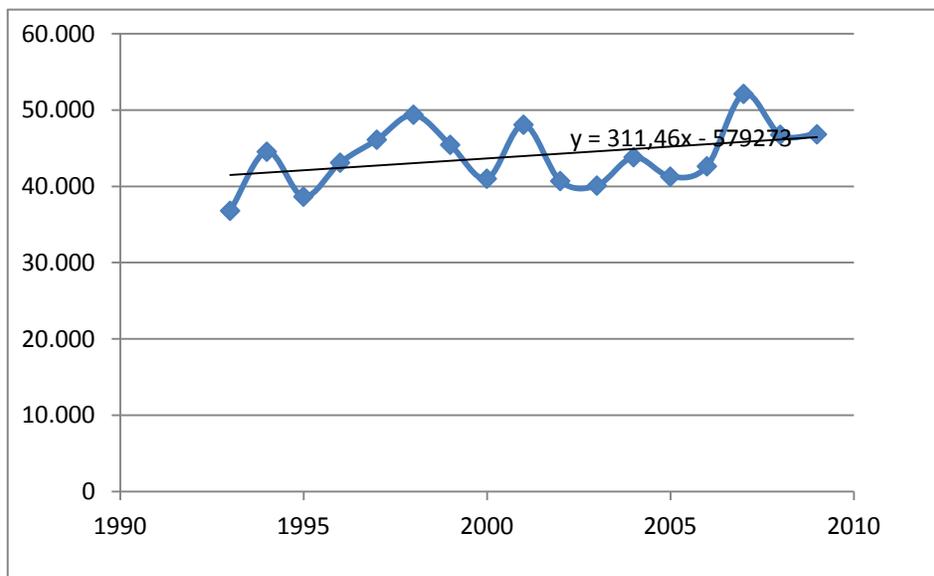
Tabla 6

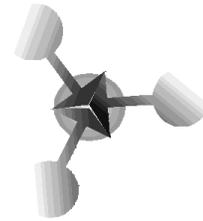
| POLIESTIRENO EXPANDIBLE Y DE ALTO IMPACTO                            |           |           |           |              |                      |             |               |
|--|-----------|-----------|-----------|--------------|----------------------|-------------|---------------|
| USOS: PACKAGING (64), REFRIGERACION (12), LAMINACION (8), OTROS (16) |           |           |           |              |                      |             |               |
| AÑO  | PROD. (t) | IMPO. (t) | EXPO. (t) | C. APAR. (t) | C. prod nacional (t) | % variación | % variacion N |
| 1993   | 41.000    | 4.938     | 4.200     | 41.738       | 36.800               |             |               |
| 1994   | 55.400    | 3.002     | 10.859    | 47.543       | 44.541               | 12          | 21            |
| 1995   | 58.150    | 2.789     | 19.500    | 41.439       | 38.650               | -15         | -13           |
| 1996   | 59.078    | 4.500     | 15.972    | 47.606       | 43.106               | 13          | 12            |



|      |        |        |           |        |        |     |     |
|------|--------|--------|-----------|--------|--------|-----|-----|
| 1997 | 64.970 | 6.914  | 18.860    | 53.024 | 46.110 | 10  | 7   |
| 1998 | 67.759 | 8.922  | 18.373    | 58.308 | 49.386 | 9   | 7   |
| 1999 | 70.006 | 7.129  | 24.565    | 52.570 | 45.441 | -11 | -8  |
| 2000 | 70.922 | 5.762  | 29.919    | 46.765 | 41.003 | -12 | -10 |
| 2001 | 64.768 | 5.420  | 16.693    | 53.495 | 48.075 | 13  | 17  |
| 2002 | 61.620 | 7.000  | 20.924    | 47.696 | 40.696 | -12 | -15 |
| 2003 | 57.600 | 13.000 | 17.500    | 53.100 | 40.100 | 10  | -1  |
| 2004 | 62.219 | 15.000 | 18.399    | 58.820 | 43.820 | 10  | 9   |
| 2005 | 57.800 | 18.000 | 16.527    | 59.273 | 41.273 | 1   | -6  |
| 2006 | 57.093 | 27.000 | 14.463    | 69.630 | 42.630 | 15  | 3   |
| 2007 | 62.132 | 23.100 | 10.019    | 75.213 | 52.113 | 7   | 22  |
| 2008 | 59.277 | 11.700 | 12.513    | 58.464 | 46.764 | -29 | -10 |
| 2009 | 60.925 | 16.100 | 14.106    | 62.919 | 46.819 | 7   | 0   |
|      |        |        | Promedios |        | 43.960 | 2   | 2   |

Gráfico 12





## ANEXO IV

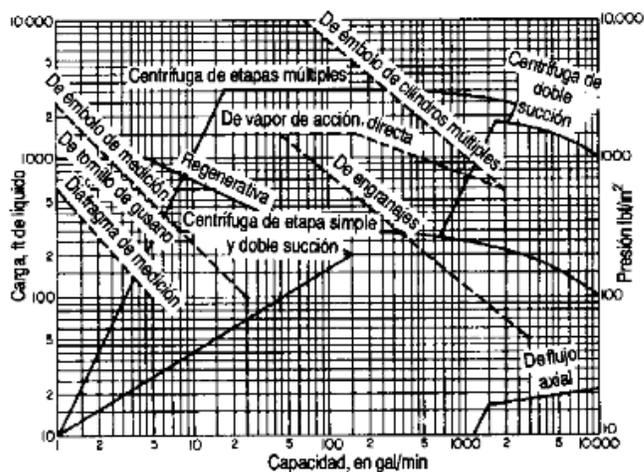
### Imagen 1

#### Densidad de PLA

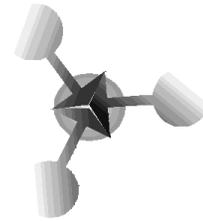
| Polimero | Relación<br>PLA/<br>PGLA | Pm     | THF                                |                                      |     | Acetona                            |                                      |     |
|----------|--------------------------|--------|------------------------------------|--------------------------------------|-----|------------------------------------|--------------------------------------|-----|
|          |                          |        | Viscosidad<br>(mPa.s) <sup>a</sup> | Tamaño<br>medio<br>(nm) <sup>b</sup> | Plc | Viscosidad<br>(mPa.s) <sup>a</sup> | Tamaño<br>medio<br>(nm) <sup>b</sup> | Plc |
| RG502H   | 50/50                    | 12.000 | 3,6±0,3                            | 102±4                                | 4   | 2,5±0,4                            | 137±13                               | 3   |
| RG502    | 50/50                    | 12.000 | 9,7±0,1                            | 125±9                                | 4   | 2,7±0,3                            | 173±15                               | 2   |
| RG504H   | 50/50                    | 48.000 | 47,7±3,4                           | 154±17                               | 4   | 17,6±0,5                           | 210±66                               | 2   |
| RG752    | 75/25                    | 12.000 | 5,5±0,3                            | 132±3                                | 4   | 3,2±0,5                            | 120±7                                | 3   |
| RG755    | 75/25                    | 63.000 | 49,9±3,1                           | 148±5                                | 2   | 20,2±1,1                           | 121±10                               | 4   |
| RG756    | 75/25                    | 98.000 | 157,1±6,3                          | 152±25                               | 4   | 44,2±2,5                           | 145±5                                | 3   |
| R104     | 100/0                    | 2.000  | 2,4±0,3                            | 152±9                                | 3   | 2,2±0,3                            | 143±5                                | 3   |
| R202     | 100/0                    | 16.000 | 2,7±0,3                            | 138±8                                | 4   | 2,4±0,2                            | 183±7                                | 3   |
| R202H    | 100/0                    | 16.000 | 4,4±0,3                            | 166±5                                | 3   | 2,3±0,3                            | 174±14                               | 3   |
| R203     | 100/0                    | 28.000 | 7,3±0,2                            | 145±4                                | 4   | 3,9±0,3                            | 184±5                                | 2   |

<sup>a</sup>Media ± SD (n = 22)  
<sup>b</sup>Media ± SD (n = 3)  
<sup>c</sup>Pl: indice de polidispersabilidad, 0-9

### Imagen 2

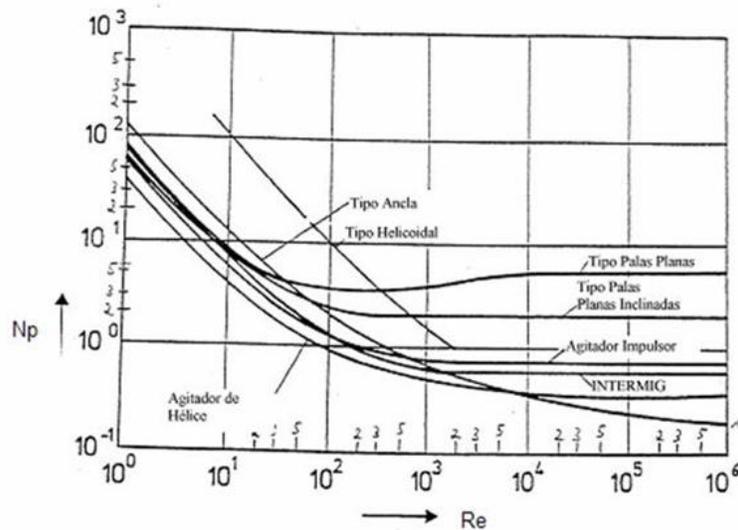


**FIG. 6-3** Gráfica de alcances de las bombas en rangos de funcionamiento, para los tipos comerciales. Líneas continuas: utilícese la ordenada de la izquierda, escala de cargas. Líneas de guiones: utilícese la ordenada de la derecha, escala de presiones. Para convertir galones por minuto en metros cúbicos por hora, multiplíquese por 0.2271; para convertir pies en metros, multiplíquese por 0.3048, y para convertir libras fuerza por pulgada cuadrada en kilopascales, multiplíquese por 6.895



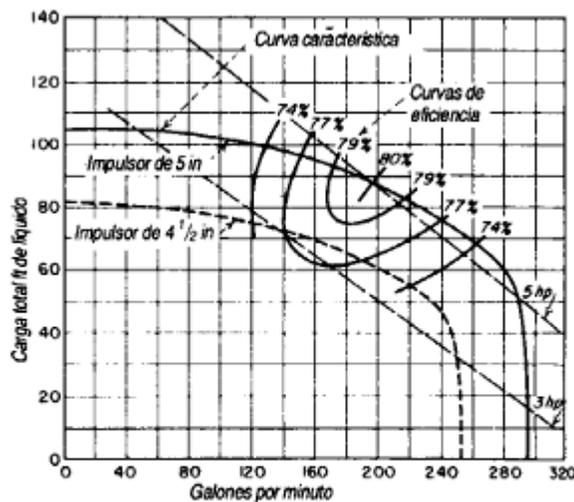
### Imagen 3

#### Números de potencia según Re y tipo de agitador

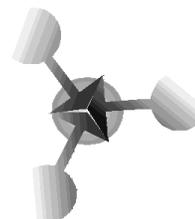


### Imagen 4

#### Curvas características: bombas centrífugas



**FIG. 6-7** Curva característica de una bomba centrífuga operando a una velocidad constante de 3450 rpm. Para convertir galones por minuto en metros cúbicos por hora, multiplíquese por 0.2271; para convertir pies en metros, multiplíquese por 0.3048; para convertir hp en kilowatts, multiplíquese por 0.746, y para convertir pulgadas en centímetros, multiplíquese por 2.54.



## Imagen 5

### Catálogo Siemens

## Ejecución B3

[www.siemens.com.co/catalogomotores.htm](http://www.siemens.com.co/catalogomotores.htm)

Este tipo de motor está diseñado con un alto par de arranque y baja corriente de arranque, para aplicaciones que requieran arranques con carga, tales como compresores de aire, ventiladores radiales, reductores de velocidad, máquinas herramientas, etc.

Se distinguen por tener eje con chavetero y cuña para la colocación de poleas o em-

bragues, velocidad de 3600 y 1800 rpm., montaje horizontal o vertical a través de una base con perforaciones según norma NEMA ó IEC, posibilitando su uso en máquinas con bases tanto americanas como europeas.

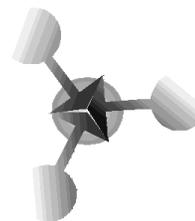
Otras ejecuciones y velocidades se fabrican bajo pedido.



| Datos Técnicos  |                  |                    |                                      |       |                                      |               |       |                |   |                            |                 |
|-----------------|------------------|--------------------|--------------------------------------|-------|--------------------------------------|---------------|-------|----------------|---|----------------------------|-----------------|
| Tipo 1RF3       | Potencia nominal | Factor de servicio | Corriente con factor de servicio (A) |       | Velocidad con factor de servicio RPM | Rendimiento % | Cos φ | Par nominal Nm | Corriente de arranque en % de la cte. nominal | Condensador de arranque μf | No. de Depósito |
|                 | HP               |                    | 115V                                 | 230 V |                                      |               |       |                |   |                            |                 |
| <b>3600 RPM</b> |                  |                    |                                      |       |                                      |               |       |                |   |                            |                 |
| 092-2Y890       | 1/3              | 1.75               | 8.0                                  | 4.3   | 3.450                                | 63            | 0.61  | 0.700          | 482   | 216 - 259                  | 01690           |
| 093-2Y890       | 1/2              | 1.60               | 10.4                                 | 5.2   | 3.450                                | 61            | 0.68  | 1.012          | 462   | 216 - 259                  | 01625           |
| 094-2Y890       | 3/4              | 1.50               | 13.6                                 | 6.8   | 3.450                                | 70            | 0.70  | 1.522          | 540   | 216 - 259                  | 01626           |
| 095-2Y890       | 1.0              | 1.40               | 16.3                                 | 8.2   | 3.450                                | 67            | 0.75  | 2.036          | 508   | 340 - 408 <sup>1)</sup>    | 01627           |
| 096-2Y890       | 1.5              | 1.30               | 22.0                                 | 11.0  | 3.450                                | 74            | 0.75  | 3.100          | 537   | 340 - 408 <sup>1)</sup>    | 01628           |
| 097-2Y890       | 2.0              | 1.20               | 25.0                                 | 12.5  | 3.450                                | 76            | 0.78  | 4.076          | 500   | 540 - 648 <sup>2)</sup>    | 01629           |
| 098-2Y890       | 3.0              | 1.15               | 35.0                                 | 17.5  | 3.450                                | 76            | 0.85  | 6.107          | 480   | 540 - 648 <sup>2)</sup>    | 01630           |
| <b>1800 RPM</b> |                  |                    |                                      |       |                                      |               |       |                |   |                            |                 |
| 092-4Y890       | 1/3              | 1.35               | 7.4                                  | 3.7   | 1.700                                | 56            | 0.57  | 1.373          | 382   | 216 - 259                  | 01162           |
| 093-4Y890       | 1/2              | 1.25               | 9.4                                  | 4.7   | 1.680                                | 63            | 0.63  | 2.059          | 434   | 216 - 259                  | 01163           |
| 094-4Y890       | 3/4              | 1.25               | 13.2                                 | 6.6   | 1.640                                | 66            | 0.65  | 3.098          | 384   | 340 - 408                  | 01164           |
| 095-4Y890       | 1.0              | 1.15               | 16.2                                 | 8.1   | 1.650                                | 69            | 0.65  | 4.142          | 411   | 540 - 648                  | 01165           |
| 096-4Y890       | 1.5              | 1.15               | 20.0                                 | 10.0  | 1.720                                | 72            | 0.68  | 6.213          | 398   | 340 - 408 <sup>2)</sup>    | 01166           |
| 097-4Y890       | 2.0              | 1.15               | 27.6                                 | 13.8  | 1.650                                | 72            | 0.77  | 8.284          | 407   | 540 - 648 <sup>2)</sup>    | 01167           |

1) En este motor se adiciona un condensador de marcha de 20μf  
2) En este motor se adiciona un condensador de marcha de 40μf.

3) En este motor se adiciona un condensador de marcha de 10μf



## Imagen 6

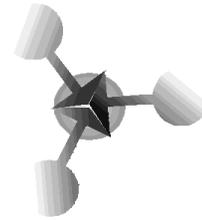
### Materiales de construcción

| Número AISI-SAE de aleación                             | Composición química, % en peso | Tratamiento                   | Resistencia a la tensión, MPa | Límite elástico, MPa | Alargamiento, % | Aplicaciones típicas   |
|---|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------|--|
| <b>Aceros inoxidables ferríticos</b>                    |                                |                               |                               |                      |                 |  |
| 430   | 17Cr, 0,012C                   | Recocido                      | 517                           | 345                  | 25              | Aplicaciones generales, no endurecible; usos: vehículos, equipamiento de restaurantes. |
| 446   | 25Cr, 0,20C                    | Recocido                      | 552                           | 345                  | 20              | Aplicaciones a alta temperatura, calentadores.   |
| <b>Aceros inoxidables martensíticos</b>                 |                                |                               |                               |                      |                 |  |
| 410   | 12,5Cr, 0,15C                  | Recocido                      | 517                           | 276                  | 30              | Temperables de uso general; piezas de máquinas, válvulas.                              |
| 440*  | 17Cr, 0,70C                    | Recocido<br>Temp. y rev-      | 724<br>1828                   | 414<br>1690          | 20<br>5         | Cuchillería, cojinetes, herramientas quirúrgicas.                                      |
| 440C  | 17Cr, 1,1C                     | Recocido<br>Temp. y rev-      | 759<br>1966                   | 276<br>1897          | 13<br>2         | Balas, cojinetes, anillos-guía, piezas de válvulas                                     |
| <b>Aceros inoxidables austeníticos</b>                  |                                |                               |                               |                      |                 |  |
| 301   | 17Cr, 7Ni                      | Recocido                      | 759                           | 276                  | 60              | Aleación de alto grado de endurecimiento por acritud.                                  |
| 304   | 19Cr, 10Ni                     | Recocido                      | 580                           | 290                  | 55              | Equipamiento químico y de procesado de alimentos.                                      |
| 304L  | 19Cr, 10Ni, 0,03C              | Recocido                      | 559                           | 269                  | 55              | Bajo carbono para soldadura, depósitos químicos.                                       |
| 321   | 18Cr, 10Ni, Ti=5x%C min        | Recocido                      | 621                           | 241                  | 45              | Aceros estabilizados para soldaduras; equipos de fabricación de vasijas a presión.     |
| 347   | 18Cr, 10Ni, Nb=10x%Cmin        | Recocido                      | 655                           | 276                  | 45              | Aceros estabilizados para soldaduras; vagones cisterna para productos químicos.        |
| <b>Aceros inoxidables endurecidos por precipitación</b> |                                |                               |                               |                      |                 |  |
| 17-4PH  | 16Cr, 4Ni, 4Cu, 0,03Nb         | Endurecidos por precipitación | 1311                          | 1207                 | 14              | Engranajes, levas, ejes, piezas de turbinas y aeronaves.                               |



Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Proyecto Final: Producción de Poliacidolactico por ROP  
en la provincia de Buenos Aires. Estudio de  
prefactibilidad.



## BIBLIOGRAFÍA

- 1) Pinzón J., Martínez J., Espinosa A., Pérez A., Narváez P. Polimerización de ácido (DL) láctico mediante policondensación por fusión directa. Estudio cinético De la etapa de oligomerización. Revista Colombiana de Química 2006, Volumen 35, No 2, pp. 125-134.
- 2) Achmad F., Yamane K., Quan S., Kokugan T. Synthesis of polylactic acid by direct polycondensation under vacuum without catalysts, solvents and initiators. Chemical Engineering Journal 2009, No 151, pp. 342–350.
- 3) Mehta R. Modeling and simulation of Poly (lactic acid) polymerization. [Tesis Doctoral en Ingeniería Química]. 2006. Patiala, India: Universidad de Deemed.
- 4) Del Ángel D. Estudio y síntesis en la producción de Ácido Poliláctico (PLA). [Tesis de Maestría en tecnología avanzada]. 2007. México D.F, México: Instituto Politécnico Nacional.
- 5) Witzke D. Introduction to properties, engineering, and prospects of polylactide polymers. [Tesis Doctoral]. 1997. Michigan, USA: Universidad Estatal de Michigan.
- 6) Averous, L., Polylactic acid: synthesis, properties and applications. En: Belgacem N. and Gandini A. Monomers, oligomers, polymers and composites from renewable resources. Elsevier Publication 2008, Cap 21, pp. 433-450.
- 7) Serna C. L., Rodríguez de Stouvenel A. Producción biotecnológica de ácido láctico: estado del arte. Ciencia y tecnología alimentaria 2005, No 001, pp. 54-65.
- 8) Kern D. Q. Procesos de Transferencia de Calor. México: Compañía Editorial Continental, 1999
- 9) Siemens. 2007; [7 páginas]. Disponible en URL: [http://www.siemens.com.co/siemensdotnetclient\\_andina/medias/pdfs/18.pdf](http://www.siemens.com.co/siemensdotnetclient_andina/medias/pdfs/18.pdf). Consultada el 23 de mayo de 2011.
- 10) Siemens. 2007; [12 páginas]. Disponible en URL: [http://www.siemens.com.co/siemensdotnetclient\\_andina/templates/PortalRender.aspx?channel=73](http://www.siemens.com.co/siemensdotnetclient_andina/templates/PortalRender.aspx?channel=73).
- 11) Perry, R. H./ Green, D. W./ Maloney, James O. (1992). Manual del Ingeniero Químico (Sexta edición). Buenos Aires. Mc Graw Hill.
- 12) <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.ar/2011/08/poliacido-lactico-pla.html>
- 13) <http://www.textoscientificos.com/polimeros/acido-polilactico>
- 14) <http://www.gasnaturalban.com.ar/CIWeb/Jsp/tarifa.jsp>
- 15) <http://www.mineria.gov.ar/estudios/irn/baires/b-4.asp#m1>
- 16) ZELAYA D. G. y J. H. PEREZ. 1998. Cotorra Myiopsitta monarca, Familia Psittacidae. Observando aves en los bosques y lagos de Palermo. Athene Ed. Buenos Aires. Imágenes tomadas de la web de Aves Argentinas. [www.avesargentinas.org.ar](http://www.avesargentinas.org.ar)