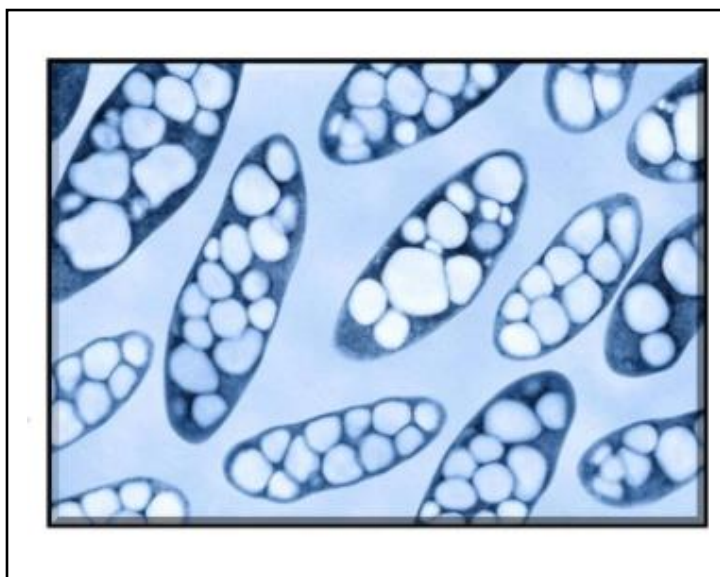


## PRODUCCIÓN DE POLIHIDROXIBUTIRATO A PARTIR DE GLICEROL INDUSTRIAL



Ingeniería Química

Cátedra: Integración V – Proyecto Final

Ing. Qco. Norberto R. Sirtori – Ing. Qco. Fabián C.  
García – Ing. EM. Daniel A. Sequeira

**Cobas María Jose**

**Vidondo Gonzalo Nahuel**

Año 2018



## INDICE DE CONTENIDO

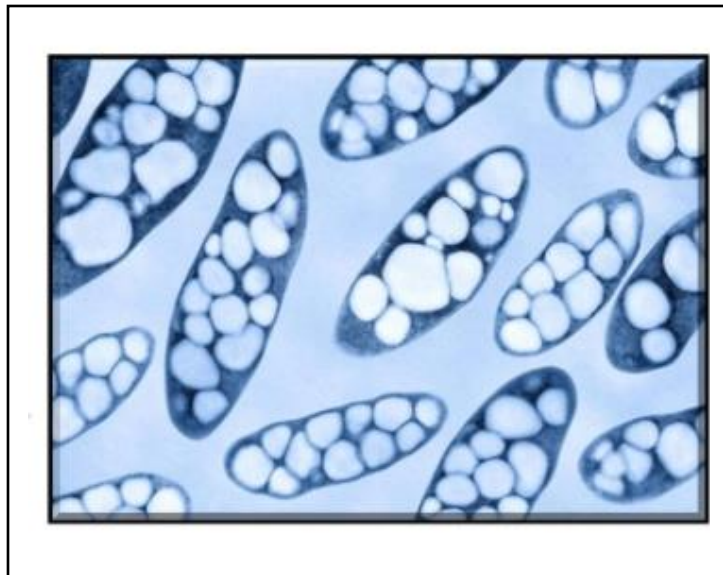
CAPITULO 1 - Síntesis	Pág. 3
CAPITULO 2 - Estudio de Mercado	Pág. 9
CAPITULO 3 - Localización	Pág. 31
CAPITULO 4 - Ingeniería	Pág. 43
CAPITULO 5 - Organización	Pág. 133
CAPITULO 6 - Costos	Pág. 143
CAPITULO 7 - Inversiones	Pág. 163
CAPITULO 8 - Financiamiento	Pág. 177
CAPITULO 9 - Resultados	Pág. 183
CAPITULO 10 - Conclusiones	Pág. 195

## INDICE DE PLANOS

PLANO N.º 1 - Planta Industrial	Pág. 113
PLANO N.º 2 - Distribución de Equipos	Pág. 115
PLANO N.º 3 - Cortes de Planta	Pág. 117
PLANO N.º 4 - Distribución de Cañerías de Procesos	Pág. 119
PLANO N.º 5 - Distribución de Cañerías de Sax	Pág. 121
PLANO N.º 6 - Evaporador	Pág. 123
PLANO N.º 7 - Fermentador	Pág. 125
PLANO N.º 8 - Distribución de Tableros y Motores	Pág. 101
PLANO N.º 9 - Diagrama Unifilar	Pág. 103



## Capítulo 1



## SINTESIS



## 1. SÍNTESIS

### 1.1.1. BREVE RESEÑA DEL PROYECTO

El presente es un proyecto industrial sobre el diseño de una planta elaboradora de Polihidroxibutirato, un plástico biodegradable que es una alternativa verde para sustituir al polipropileno.

El análisis económico del proyecto incluye desde el estudio de mercado hasta el análisis de costos e inversiones, y de rentabilidad.

### 1.1.2. MERCADO, PRODUCCIÓN Y VENTAS

#### 1.1.3. Orientación básica del mercado a servir

Producto de demanda intermedia. Expendido en la región centro del territorio de la República Argentina, centrándonos especialmente en Buenos Aires y Santa Fe donde se encuentran los principales productores de envases de polipropileno del país.

#### 1.1.4. Volúmenes de producción previstos y programa de producción

Para determinar la producción de la empresa se centró el estudio de mercado en la demanda insatisfecha que existe para el polipropileno en Argentina, para así poder captar ese mercado.

En promedio la demanda insatisfecha en los últimos años ronda las 17 mil toneladas de polipropileno. Se pretende abarcar aproximadamente un 1% de este mercado que rondaría las 160 toneladas anuales.

Durante los dos primeros años la empresa no tiene contemplado el aumento en la producción. Se pretende a partir del tercer año realizar un aumento anual del 8,2% respecto del año anterior, hasta alcanzar una producción de 300 toneladas por año en 10 años.

#### 1.1.5. Fuentes de suministro actuales de los productos

No existe en el mercado argentino un producto como el que se pretende producir en este negocio.

### 1.1.6. FACTIBILIDAD TÉCNICA Y RECURSOS

#### 1.1.7. Breve descripción del proceso y grado de actualidad

El proceso de producción del biopolímero consiste en una serie de pasos desde la materia prima utilizada (glicerol derivado de la industria del biodiesel) hasta el producto final. Una descripción breve se presenta a continuación:

- **Evaporación:** La corriente de glicerina cruda es sometida a una evaporación a 70°C en la cual se recupera el 90% del metanol con una pureza del 53% en peso. En esta operación se elimina un 1,26% de la masa de entrada, correspondiente a una corriente acuosa de metanol.
- **Esterilización:** se llevará a cabo mediante el contacto directo con vapor a una temperatura de 121°C durante 120 minutos.
- **Enfriamiento:** La corriente del fermentador es enfriada hasta un valor final de 37°C, temperatura a la cual se lleva a cabo la fermentación. Este enfriamiento se realiza en el biorreactor con el encamisado que cuenta dicho equipo.
- **Fermentación:** El objetivo de esta etapa es la producción de Polihidroxibutirato por medio de una fermentación llevada a cabo por la bacteria E. Coli recombinante, utilizando como fuente de carbono principal glicerina proveniente de la producción de biodiesel.
- **Enfriamiento:** Previo a la etapa de la ruptura celular se llevará a cabo un enfriamiento con el objetivo de debilitar las paredes de la membrana celular para así lograr que la liberación del compuesto sea más sencilla.
- El enfriamiento se realizará con un intercambiador de calor de casco y tubos de 1 paso por los tubos y 1 por carcasa. La solución refrigerante, que pasa por los tubos entra a -8°C y sale a 0°C, mientras que la solución de biomasa, que pasa por la carcasa, entra a 37°C y sale a 4°C.
- **Ruptura de la membrana celular:** El proceso de separación del polímero consta, en este caso de la ruptura de la membrana celular para así liberar el, utilizando un homogeneizador de alta presión.
- **Centrifugación:** El objetivo principal de esta etapa es eliminar las impurezas más abundantes, mayoritariamente el medio de cultivo y la biomasa restante (pared celular) para facilitar los procesos posteriores y reducir el volumen a transportar.
- **Secado:** La humedad se elimina fácilmente al pasar una corriente suficiente de aire caliente sobre el material.
- **Extrusor:** Luego del secado, el material se dirige hacia una válvula extrusora, la cual comprime y funde la materia. Una vez que se logra un flujo de fusión constante, se desvía hacia la placa con orificios, la cual forma los hilos del polímero.
- **Pelletizado y secado:** los hilos son cortados por la granuladora en pellets y arrastrados por un flujo de agua. Los granulados se transportan con el agua de proceso al sistema de

tratamiento y secado. Luego se separan del agua de proceso en el precalentador y continúan en el secador centrífugo. Los gránulos secos salen de la secadora y se envían hacia una tolva por medio de un tornillo sin fin.

- Envasado: Esta operación consiste en colocar los pellets del producto terminado en las bolsas de empaque final, las cuales son pesadas, con el objetivo de que cada bolsa tenga un peso estipulado de 25 kg.

#### 1.1.8. Disponibilidad de mano de obra, materias primas, insumos y transportes

Al estar localizados en una zona cercana a establecimientos de educación universitaria, es de esperar que se cuente con mano de obra calificada. Además, con la adecuada capacitación se tendrá al personal más indicado para el desarrollo de la actividad.

Las materias primas son glicerol proveniente de la industria del biodiesel y los microorganismos. La proximidad de la planta con los grandes centros de acopio y distribución, especialmente Rosario, Buenos Aires y Córdoba, sumados a los eficientes servicios de transportes, aseguran un normal abastecimiento de glicerol. Los microorganismos son importados.

Los insumos son: sales y bolsas para los empaques. Todos los insumos son de fácil acceso dentro de la zona en la cual está instalada la planta.

Respecto al transporte, se exponen en la siguiente sección las vías de comunicación desde la planta a otros puntos del país, habiendo localizado la ubicación del establecimiento.

#### 1.1.9. Localización prevista

El establecimiento se ubicará en la Localidad de Puerto General José de San Martín, Dpto. San Lorenzo, Provincia de Santa Fe, República Argentina. Esta localización tiene varias ventajas, a saber: cercanía a las ciudades de Rosario y de Buenos Aires, con la facilidad de obtención de materias primas e insumos que esto representa; cercanía a la ruta nacional 11 y la autopista Rosario-Santa Fe; ferrovía; red fluvial a través del Río Paraná, vinculando a los puertos de Buenos Aires y Rosario.

#### 1.1.10. Capacidad instalada y comparación con otras plantas

La capacidad total instalada es de aproximadamente 27500 Kg/mes, lo que representa un pequeño porcentaje de la demanda total de polipropileno.

#### 1.1.11. MONTO DE INVERSIONES Y RESULTADOS ESPERADOS

#### 1.1.12. Inversiones totales del proyecto

SÍNTESIS INVERSIONES				
	Año 0	Año 1	Año 2 y más	TOTAL
Activos Fijos	\$ 3.759.538	\$ 4.969.884	\$ -	\$ -
Activos de Trabajo	\$ 415.700	\$ 12.702.737	\$ 3.436.762	\$ 16.555.199
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 4.175.239</b>	<b>\$ 17.672.621</b>	<b>\$ 3.436.762</b>	<b>\$ 16.555.199</b>

Tabla 1.1 Síntesis de Inversiones

### 1.1.13. Rentabilidad del proyecto

La evaluación del proyecto a 10 años arroja los siguientes resultados:

ANÁLISIS ECONÓMICO	
VAN	\$ 59.399.447,67
VAN Propio	\$ 38.627.376,46
TIR	31%
TOR	16%

Tabla 1.2 Análisis económico

Como se explica más detalladamente en el capítulo IX, estos resultados muestran que el proyecto en el período y condiciones consideradas es rentable.

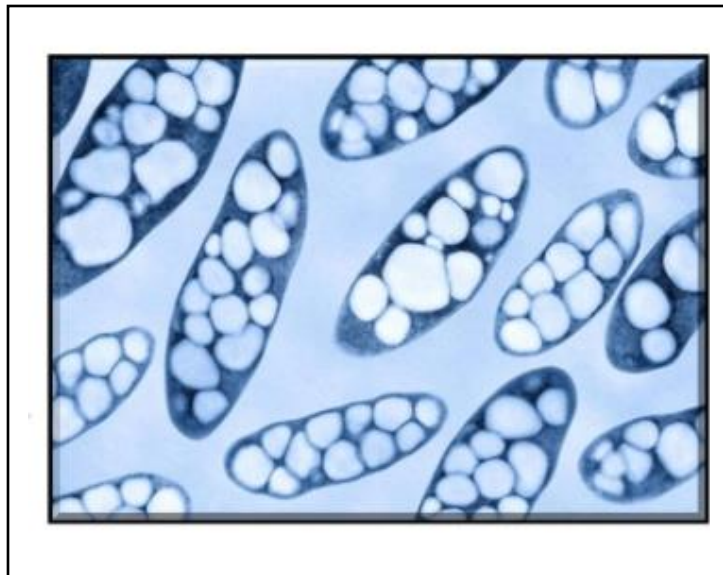
### 1.1.14. Financiamiento previsto

La inversión total del proyecto se dividirá entre capitales propios y bancarios de la forma detallada en la Tabla 1.3. El capital propio representa el 81% del capital total.

SÍNTESIS FINANCIAMIENTO			
Origen de Capital:	Propio	Bancos	TOTAL
Activos Fijos	\$ 18.638.488	\$ 4.636.033	\$ 23.274.521
Activos de Trabajo	\$ 3.323.246	\$ 585.396	\$ 3.908.643
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 21.961.734</b>	<b>\$ 5.221.429</b>	<b>\$ 27.183.163</b>

Tabla 1.3 Financiamiento del proyecto

## Capítulo 2



# ESTUDIO DE MERCADO Y DETERMINACION DE TAMAÑO



## 2. ESTUDIO DE MERCADO Y DETERMINACION DEL TAMAÑO

### 2.1. BIENES A PRODUCIR

#### 2.1.1. Descripción del producto

*MAGOPLAS S.R.L.* es una empresa con fines de lucro cuya principal actividad es la producción y comercialización de Polihidroxibutirato (PHB) en forma de pellets en empaques de 200 kg.

El PHB es un polímero natural biodegradable, el cual es un sustituto prometedor del Polipropileno. El PHB será producido por fermentación microbiana de la bacteria *Escherichia Coli* modificada utilizando como sustrato Glicerol obteniéndose así un producto intracelular el cual es posteriormente extraído por una combinación de procesos físicos y químicos.

Según la norma ASTM D 5488-944 se define la biodegradabilidad como la capacidad de un material de descomponerse en dióxido de carbono, metano, agua y componentes orgánicos o biomasa, en el cual el mecanismo predominante es la acción enzimática de microorganismos.

#### 2.1.2. Subproductos

El subproducto que se puede obtener es el metanol recuperado de la destilación del glicerol.

#### 2.1.3. Mercado consumidor y tipo de bien

Producto de demanda intermedia. Expendido en la región centro del territorio de la República Argentina, centrándonos especialmente en Buenos Aires y Santa Fe donde se encuentran los principales productores de envases de polipropileno del país.

#### 2.1.4. Bienes complementarios

No existen bien complementarios.

#### 2.1.5. Bienes sustitutos

Teniendo en cuenta las características de los plásticos convencionales como biodegradables, el bien sustituto del PHB es el polipropileno (PP).

El polipropileno es un termoplástico semicristalino, que se produce polimerizando propileno en presencia de un catalizador estereoespecífico. Este plástico convencional tiene múltiples aplicaciones, y esto se debe en parte a su versatilidad, sus buenas propiedades físicas y la competitividad económica de sus procesos de producción.

Varios puntos fuertes lo confirman como material idóneo para muchas aplicaciones:

- Baja densidad
- Alta dureza y resistente a la abrasión

- Alta rigidez
- Buena resistencia al calor
- Excelente resistencia química
- Excelente versatilidad
- Alta estabilidad térmica
- Excelentes propiedades dieléctricas
- Resistencia a la mayoría de los ácidos y álcalis
- Bajo coeficiente de absorción de humedad

Por todas estas características, este material ha sustituido gradualmente a materiales como el vidrio, los metales o la madera, así como polímeros de amplio uso general (ABS y PVC) y se ha convertido en uno de los productos termoplásticos más utilizados hoy en día.

#### Mercados asociados a los productos:

Se trata de un sector orientado fundamentalmente a la provisión de insumos para otras industrias y sectores. Su principal aliado comercial es el sector de manufacturas plásticas. Dependiendo del tipo de polipropileno tenemos las aplicaciones industriales:

- Juguetes
- Empaques de alimentos
- Muebles
- Artículos domésticos
- Hilos, cordeles y cuerdas
- Fleje
- Artículos inyectados
- Recipientes de pared delgada

#### Importancia de la Industria para el país

El consumo de productos plásticos ha tenido un fuerte crecimiento en el mundo, como consecuencia de cambios en los patrones de consumo y el desarrollo de nuevos productos que han permitido reemplazar otros materiales. Esta tendencia se ha verificado en nuestra región, y en particular en Argentina. En nuestro país el consumo *per cápita* pasó de 11,5 kg en 1990 a 43,6 kg en 2013, de los cuales el porcentaje de consumo de polipropileno respecto a los plásticos totales aproximadamente es del 16%<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Cálculo aproximado a partir del Anuario Estadístico de la Industria Plástica. Actualización 2015. Cámara Argentina de la Industria Plástica.

La cadena de valor en Argentina ocupa todos los eslabones de producción de plásticos, desde resinas hasta productos terminados.

Resina	Productor local	Participación en el consumo total de resinas en 2012
<b>Polietileno de Baja densidad (PEBD)</b>	Dow-Chemical	25,20%
<b>Polietileno de Alta densidad (PEAD)</b>	Dow-Chemical	16,60%
<b>Polipropileno (PP)</b>	Petroquímica Cuyo- Petroken	16,80%
<b>Policloruro de Vinilo (PVC)</b>	Solvay Indupa	8,25%
<b>Poliestireno (PS)</b>	Petrobras- BASF	3,30%
<b>Tereftarato de Polietileno (PET)</b>	Dak Americas	13,50%

Tabla 2.1 Principales resinas y sus productores locales

## 2.2. MERCADOS PREVISTOS

### 2.2.1. Ámbito de Análisis

Se realiza el estudio de mercado en el ámbito nacional. Se comenzará destinando el producto a la región centro del país (provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe) para luego extenderlo hacia todo el territorio nacional y para exportación.

### 2.2.2. Análisis Histórico del Mercado

#### 2.2.2.1. Mercado Internacional de Plásticos

Se estima que la producción mundial de plásticos es, según European Plastic, de 280 millones de toneladas anuales.

Los plásticos más usados en todo el mundo son sintéticos no biodegradables (polietileno, polipropileno, PVC, PET, poliamidas, policarbonato, poliestireno, poliuretano, etc.), básicamente derivado de la industria de petróleo. Debido al constante crecimiento del precio del petróleo (lo

que ha provocado que el precio de producción de plásticos tradicionales se haya disparado un 20%. Según la Asociación Alemana del Plástico (IK - Industrievereinigung) la producción de PHA a nivel mundial cada día es más competitiva en precio con los productos derivados del petróleo. Esto se debe a las nuevas estrategias que se han venido desarrollando con el fin de encontrar nuevas materias primas económicas y realizando procesos fermentativos más eficientes.

Nombre del Polímero	Compañía	Precio del mercado (USD/Kg)
<b>Polímero modificado con almidón</b>	Novamont, Italia	3,64-4,25
<b>Ácido polilático (PLA)</b>	Cargil Dow, US	3,11-4,81
<b>Polihidroxibutirato</b>	-	6,81
<b>Polipropileno (PP)</b>	-	1,04
<b>Polietileno de alta Densidad (PEAD)</b>	-	1,10
<b>Polietileno de baja Densidad (PEBD)</b>	-	1,04
<b>Cloruro de polivinilo (PVC)</b>	-	1,02
<b>Poliestireno (PS)</b>	-	0,99
<b>Tereftalato de polietileno</b>	-	1,15

*Tabla 2.2 Precios de mercado de biopolímeros y polímeros convencionales en el año 2009*

Según las previsiones de la consultora GBI Research, el consumo global de polipropileno pasará de los 42,3 millones de toneladas de 2011 a 62,4 en 2020. De esos, 62,4 millones de toneladas, casi un tercio (20 millones de toneladas) corresponderá al sector del packaging. Debido a que el PHB como ya hemos expresado, es un termoplástico con propiedades similares al polipropileno, se propone apuntar a ese mercado; que lo usa principalmente para técnicas de moldeado, como material de empaque, botellas descartables para shampoo, contenedores para productos alimenticios, bolsas y otros productos desechables como, servilletas, vasos y cubiertos. En el sector de medicina se podría también apuntar a la fabricación de jeringas desechables y blísters.

#### Principales productores de PHA a nivel mundial

La demanda total de bioplásticos estimada en el 2011 fue de 475.900 toneladas, llegando a un total de 574.100 toneladas en el 2012, observándose así un potencial de mercado en este campo. Con un 34,1% de demanda por bioplásticos en el 2011, Europa es la región de mayor demanda seguida de la región Asia-Pacífico con un 24,7% en el mismo año. En términos de crecimiento, las regiones de Asia-Pacífico junto con América del Sur emergen como regiones de mayor perspectiva para el mercado de los bioplásticos.

En este contexto la capacidad instalada de producción de bioplásticos ha aumentado en los últimos años. Europa en el año 2011 poseía un 28% de capacidad de producción global para bioplásticos, mientras que Norteamérica y Sudamérica seguían con un 24% y 22%

respectivamente. En la tabla 1 se resume la capacidad de producción de bioplásticos instalada en el mundo.

COMPAÑÍA	PAÍS	TIPO DE PHA	PRODUCCION (TON/AÑO)	APLICACIÓN
ICI	Inglaterra	P <sub>3</sub> HBV	300	Material de Empaque
CHEMICAL Linz	Austria	P <sub>3</sub> HBV	20-100	Material de Empaque
BASF	Alemania	P <sub>3</sub> HBV	*	Piloto Mezcla con ECOFLEX
Metabolix	EUA	Varios	*	Material de Empaque
P&G	EUA	Varios	Variable	Material de Empaque
Monstanto	EUA	P <sub>3</sub> HBV, P <sub>3</sub> HB	*	Materia Prima
Meredium	EUA	Varios	100000	Materia Prima
Kaneka	Japón	Varios	10	Material de Empaque
Mitsubishi	Japón	PHA	100	Material de Empaque
Biocycle	Brasil	Varios	10000	Materia Prima
Bio on	Italia	P <sub>3</sub> HB	2000	Materia Prima
Zhejiang Tian An	China	P <sub>3</sub> HB	*	Materia Prima
Shantou Lianyi Biotech	China	P <sub>3</sub> HB	Piloto	Materia Prima
Jiangsu Nan	China	Varios	*	Materia Prima
Tianjing Green Bioscience	China	P <sub>3</sub> HBco <sub>4</sub> HB	10000	Material de Empaque
Shangdong Lukang	China	Varios	Piloto	Uso biomédico

Tabla 2.3 Principales productores de biopolímeros (\*información no disponible)

#### 2.2.2.2. Mercado Nacional de Plásticos

En el país no existe Empresa que produzca o utilice el polímero que se pretende producir en el presente proyecto. Por esto, y debido a las propiedades casi idénticas del polímero PHB y el polipropileno, se pretende ganar terreno en ese mercado y se realizará el análisis de mercado basándonos en este producto.

Como ya se ha mencionado, el consumo de productos plásticos ha tenido un fuerte crecimiento en el mundo como consecuencia de cambios en los patrones de consumo y el desarrollo de nuevos productos que han permitido reemplazar otros materiales. Esta tendencia se ha verificado en nuestra región, y en particular en Argentina. En nuestro país el consumo *per cápita* pasó de 11,5 kilogramos en 1990 a 43,6 kilogramos en 2013, de los cuales el porcentaje de consumo de polipropileno respecto a los plásticos totales aproximadamente es del 16%<sup>2</sup>.

Resina	Productor local	Participación en el consumo total de resinas en 2012
<b>Polietileno de Baja densidad (PEBD)</b>	Dow-Chemical	25,20%
<b>Polietileno de Alta densidad (PEAD)</b>	Dow-Chemical	16,60%
<b>Polipropileno (PP)</b>	Petroquímica Cuyo - Petroken	16,80%
<b>Policloruro de Vinilo (PVC)</b>	SolvayIndupa	8,25%
<b>Poliestireno (PS)</b>	Petrobras- Basf	3,30%
<b>Tereftarato de Polietileno (PET)</b>	DakAmericas	13,50%

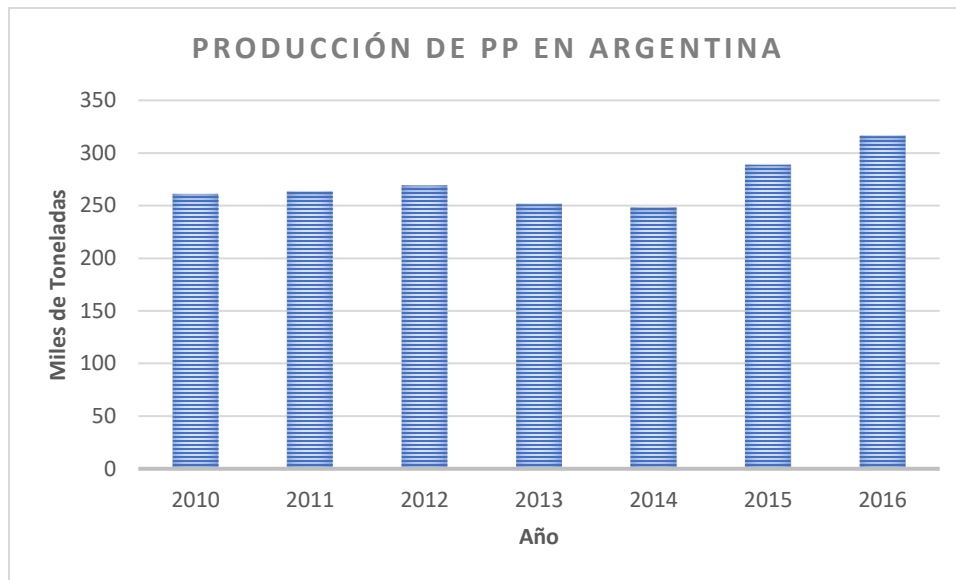
Tabla 2.4 Principales resinas y sus productores locales

La producción de materiales plásticos en nuestro país ha tenido un retroceso en los últimos años. La caída para el periodo 2010-2015 en su conjunto fue de -1,8%, registrándose un alza sólo en el año 2011 ya que en los últimos años la evolución fue negativa. Las limitaciones que encuentra esta actividad en la provisión de materias primas derivadas del petróleo y gas condicionan fuertemente sus planes de inversión, por lo que desde hace más de una década no se registran ampliaciones significativas de la capacidad instalada en esta industria, pese a que en el largo plazo el consumo per cápita de plásticos continúa en expansión.

En nuestro país la producción de PP, desde el año 2013 ha venido en descenso, pero esto puede deberse a los problemas energéticos que ha sufrido el país y la crisis del petróleo, ya que

<sup>2</sup> Cálculo aproximado a partir del Anuario Estadístico de la Industria Plástica. Actualización 2015. Cámara Argentina de la Industria Plástica.

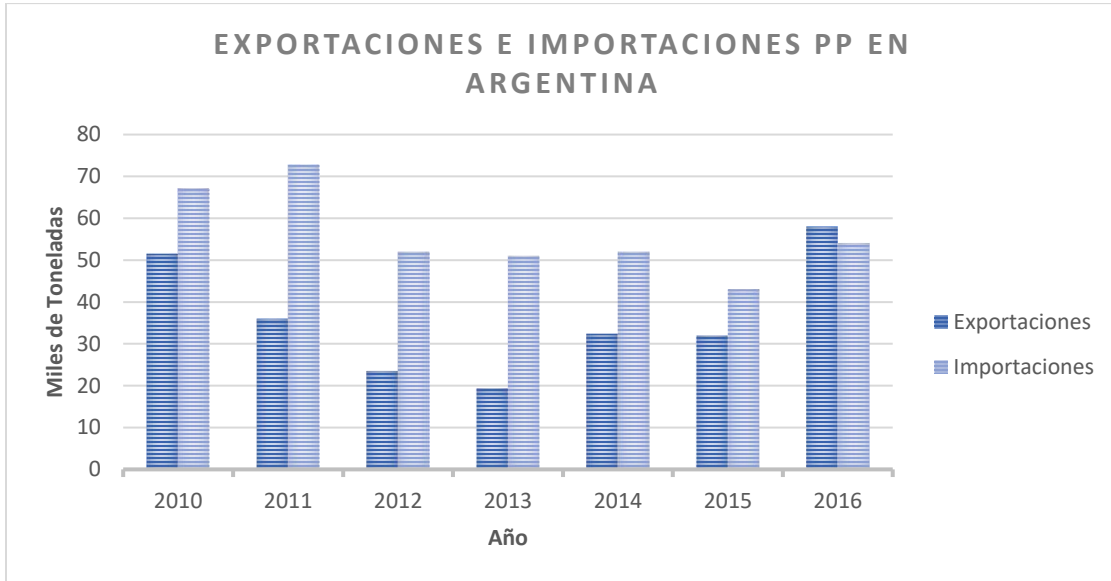
subproductos de la refinación del petróleo (propileno) es usado para la obtención de esta resina plástica.



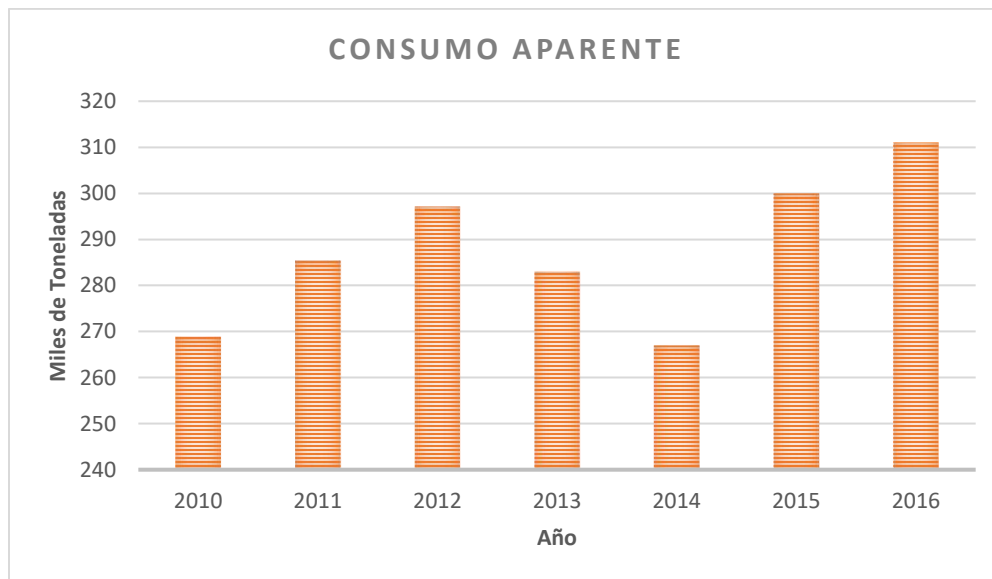
Gráfica 2.1. Producción de Polipropileno en Argentina

Como hemos expresado anteriormente, la cadena de valor en Argentina ocupa todos los eslabones de producción de plásticos. Sin embargo, el rol de Argentina dentro de la cadena global de producción no es importante. En plásticos equivale al 0.6 % de la producción mundial y la escala de producción de resinas a nivel nacional es significativamente menor a la escala promedio imperante a nivel mundial.

La oferta de polipropileno ha crecido en promedio a una tasa del 3,2%. El consumo aparente ha crecido también en los últimos dos años, aunque a un ritmo notablemente mayor, con tasas de 8%. Estos resultados muestran de manera clara la necesidad del aumento de la producción de estos polímeros en nuestro país o, un polímero alternativo, como el que se plantea en el presente proyecto.

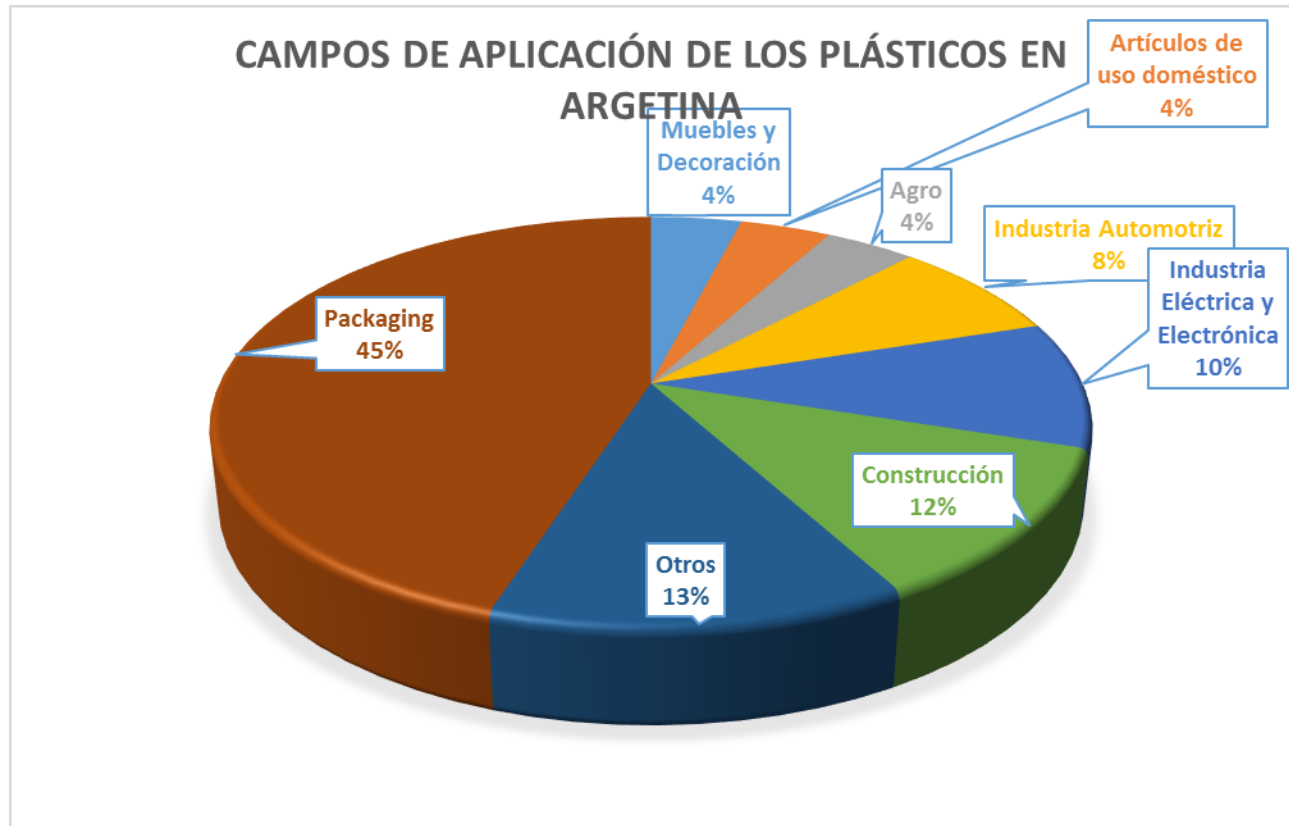


Gráfica 2.2. Exportaciones e Importaciones de Polipropileno



Gráfica 2.3. Consumo Aparente de Polipropileno

En cuanto a los campos de aplicación de los productos plásticos difieren en los distintos países según su estructura industrial y los hábitos de consumo de sus poblaciones. En el caso de la República Argentina, los campos de aplicación son los siguientes:



Gráfica 2.4. Campos de Aplicación de los plásticos en la República Argentina

Sabiendo esto, el principal desafío, pasa por ingresar en el mercado de packaging que representa un 45% del consumo nacional.

### 2.2.2.3. Principales productores, su capacidad instalada y ubicación

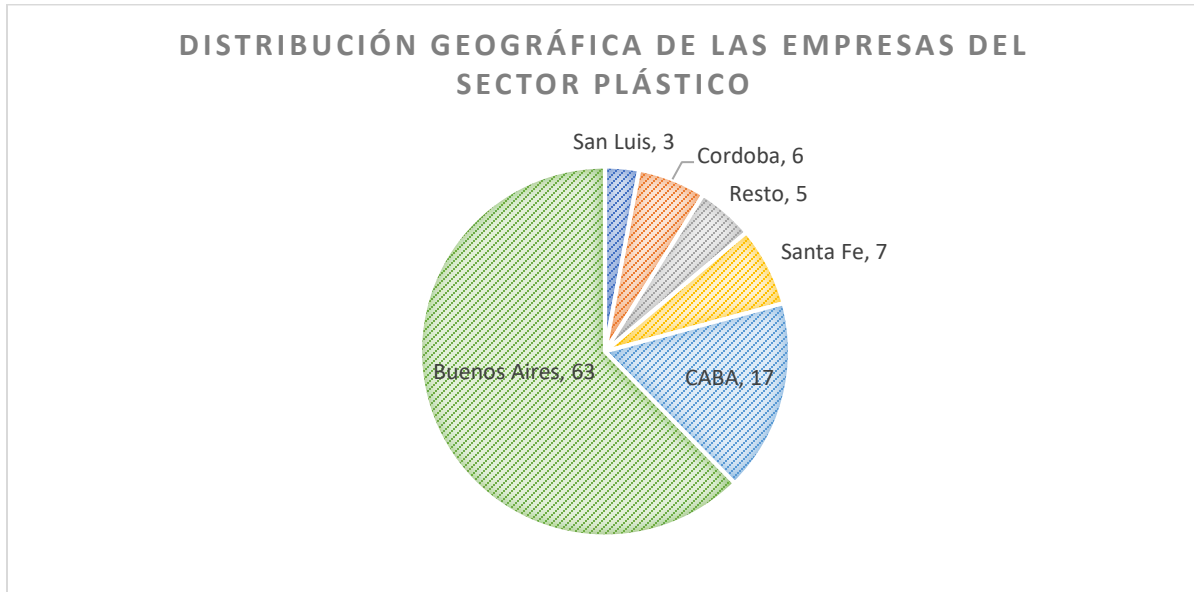
En general este tipo de industria opera en niveles cercanos al máximo de su capacidad instalada. Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente debido a las restricciones en el suministro de gas durante el invierno, puede haber importantes variaciones dentro del año. Los niveles de utilización de la capacidad instalada para el año 2014 se mantuvieron para el conjunto de las materias primas plásticas en torno al 88%. Los polímeros con mayor grado de utilización de la capacidad instalada el PET (95%) y el polietileno y polipropileno (94%).

Producto	Empresas	Localización	Capacidad instalada (M tn/ año)
Polipropileno	Petroken	Ensenada (Bs.As.)	180.000
	Petroquímica Cuyo	Luján de Cuyo (Mendoza)	140.000

Tabla 2.5. Productores de PP, Localización y Capacidad

2.2.2.4. Principales consumidores.

La mayor parte de las fábricas están localizadas en la Ciudad de Buenos Aires (16,8%) y en el Gran Buenos Aires (60,4%). El resto se reparte entre las provincias de Santa Fe (6,8%), Córdoba (5,5%), resto de la provincia de Buenos Aires (3,1%) y San Luis (2,5%).



Gráfica 2.5. Localización Empresas consumidoras de polímeros plásticos

Tal como se señaló al principio del informe la industria transformadora plástica está integrada mayormente por PyMEs, que absorben alrededor del 4,3% del empleo industrial. Según datos de la CAIP existen en el país un poco más de 2.200 plantas, que emplean alrededor de 27.200 trabajadores.

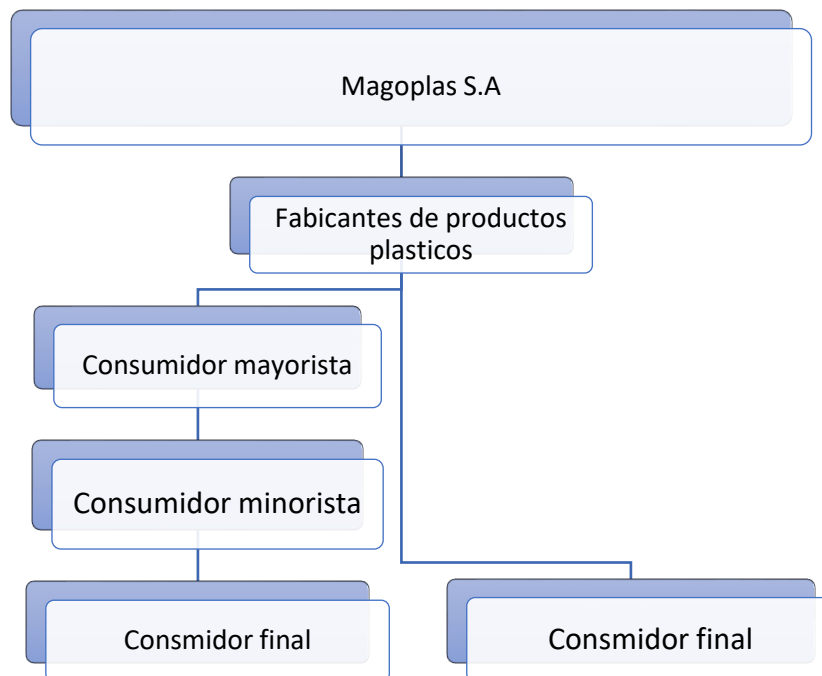
Categoría	Producto final	Localización	Importancia en el mercado	Empresa
Semiterminados	Placas, láminas y hojas	San Justo, Buenos Aires	Ac	Plásticos Marajor S.A.
		Loma Hermosa, Buenos Aires	Ac	Estrulam
		Isidro Casanova, Buenos Aires	ac	Interforming
Envases y embalajes	Cajas y cajones, botellas	Zarate, Buenos Aires,	Bc	Ravisud
		Buenos Aires - Tortuguitas	Bc	Engelmann

	tapas y tapones	<u>Don Torcuato, Buenos Aires</u>	Bc	Alusud
	Bolsas			
	Envases para cosmética y alimentos	Pilar, Buenos Aires	Bc	Aluplata
	Bandejas	San Martín, Buenos Aires	Bc	Cotnyl
		CaBa - Buenos Aires	Bc	Bandex
<b>Artículos para uso domestico</b>	Menaje, vajilla y art. De cocina descartable	Córdoba	Bc	Plásticos Boulevares
		San Martín- Buenos Aires	Mc	Colombraro
		Caba - Buenos Aires	Mc	Nuva
		Ezeiza, provincia de Buenos Aires	mc	Mascardi

Tabla 2.6. Empresas consumidoras de polímeros plásticos, localización y productos

#### 2.2.2.5. Canales de comercialización

El canal de distribución será de tipo indirecto, largo



#### 2.2.2.6. Disposiciones oficiales

Métodos para medir la biodegradación

Existen normas internacionales que regulan y miden la velocidad de los procesos de degradación y de biodegradación tanto en Estados Unidos como en Europa. Las más conocidas son: 4 Entidad Técnica Profesional Especializada en Plásticos y Medio

- Estados Unidos: ASTM D6400-99 “Especificación Standard para los plásticos compostables” que es una norma que establece los requisitos y la norma ASTM D5338-98 “Método de ensayo standard para la determinación de la degradación aeróbica de los materiales plásticos en condiciones controladas de compostaje” que es una norma de procedimiento para medir la degradación aeróbica.

- Europa: EN 13432 “Requisitos de los envases y embalajes valorizables mediante compostaje y biodegradación” y la norma EN 14855 “Determinación de la biodegradabilidad aeróbica final y desintegración de materiales plásticos en condiciones de compostaje controladas” que es la norma que describe el procedimiento del análisis.

Para el caso puntual de Argentina, el IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación) conformó la comisión “Materiales Plásticos Biodegradables/Compostables”. Dicha comisión elaboró el Esquema N°2 de Norma IRAM 29420 cuyo título es: Materiales Plásticos Biodegradables y/o Compostables – Terminología, que actualmente se encuentra en discusión pública. Así mismo se inició la redacción del Esquema N°1 de la norma IRAM 29421 titulada: Materiales Plásticos Biodegradables y/o Compostables. Requisitos de los envases y embalajes valorizables mediante compostaje y biodegradación

#### 2.2.2.7. Influencia del Tratado del Mercosur en el mercado interno. Situación actual y futura.

Aunque Argentina es uno de los principales productores de plásticos y resinas del Mercosur la producción nacional no llega a ser suficiente siquiera para cubrir la demanda local de producción de resinas y plásticos en el país.

A nivel Mercosur, Argentina secunda a Brasil, que es el principal productor, quien triplica la producción de nuestro país. Aún más, presenta una escala sensiblemente menor: mientras que Braskem (Brasil) produce 7 millones de toneladas anuales, Petroquímica Cuyo, que es una de las petroquímicas principales, produce apenas 120 mil toneladas al año y Petroken produce 180 mil toneladas anuales<sup>3</sup>.

#### 2.2.3. Demanda futura (proyectada a 10 años)

Para analizar la demanda futura, en el siguiente gráfico se representan los valores del consumo aparente (debido a la importancia en el volumen de importaciones y exportaciones) en el período 2010 – 2016.

---

<sup>3</sup> [www.petroken-pesa.com.ar](http://www.petroken-pesa.com.ar)

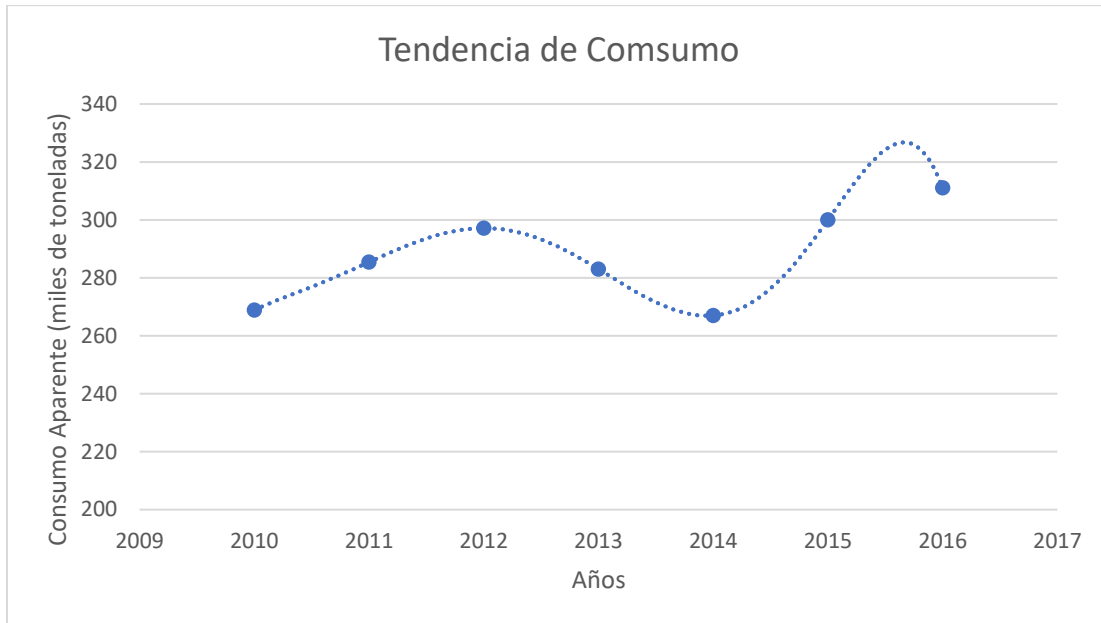


Grafico 2.6. Tendencia de Consumo PP

Como a partir del gráfico anterior no se puede realizar una proyección de la demanda futura, se estimó la misma mediante un modelo de regresión a partir de una función pronóstico tomando como base la tendencia de los años anteriores.

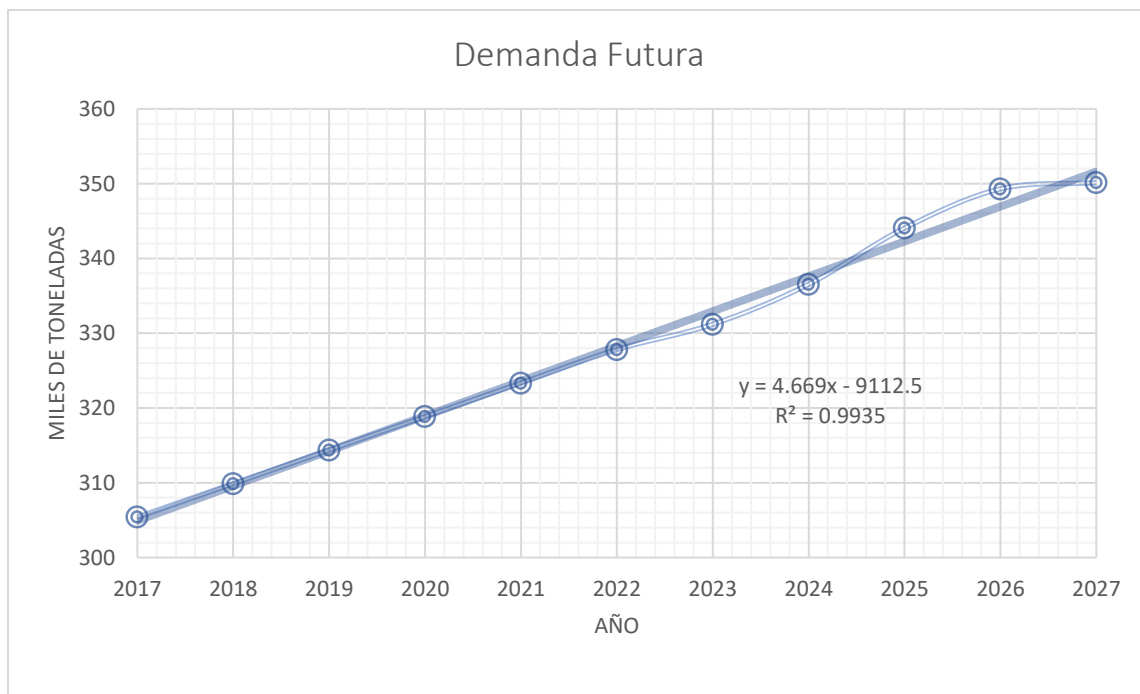


Grafico 2.7. Demanda Futura PP

Podemos concluir que el polipropileno tiene una tendencia de consumo en ascenso, y por lo tanto como además la tendencia del petróleo es negativa a medida que pasan los años la crisis de los hidrocarburos se intensifica y hay que tener productos sustitutos para el mismo.

### 2.3. TAMAÑO DEL PROYECTO

#### 2.3.1. Capacidad de producción proyectada, evolución de la producción.

Para determinar la producción de la empresa nos basamos en la demanda insatisfecha que existe para el polipropileno en argentina, para así poder captar ese mercado.

En promedio la demanda insatisfecha en los últimos años ronda las 17 mil toneladas de polipropileno. Se pretende abarcar aproximadamente un 1% de este mercado que rondaría las 160 toneladas anuales.

Durante los dos primeros años la empresa no tiene contemplado el aumento en la producción. Se pretende a partir del tercer año realizar un aumento anual del 8,2% respecto del año anterior, hasta alcanzar una producción de 300 toneladas por año en 10 años.

Año	Aumento anual	Producción
1	0	160,00
2	0	160,00
3	8,2%	173,12
4	8,2%	187,32
5	8,2%	202,68
6	8,2%	219,30
7	8,2%	237,28
8	8,2%	256,73
9	8,2%	277,79
10	8,2%	300,56

Tabla 2.7. Aumento Anual Proyecto

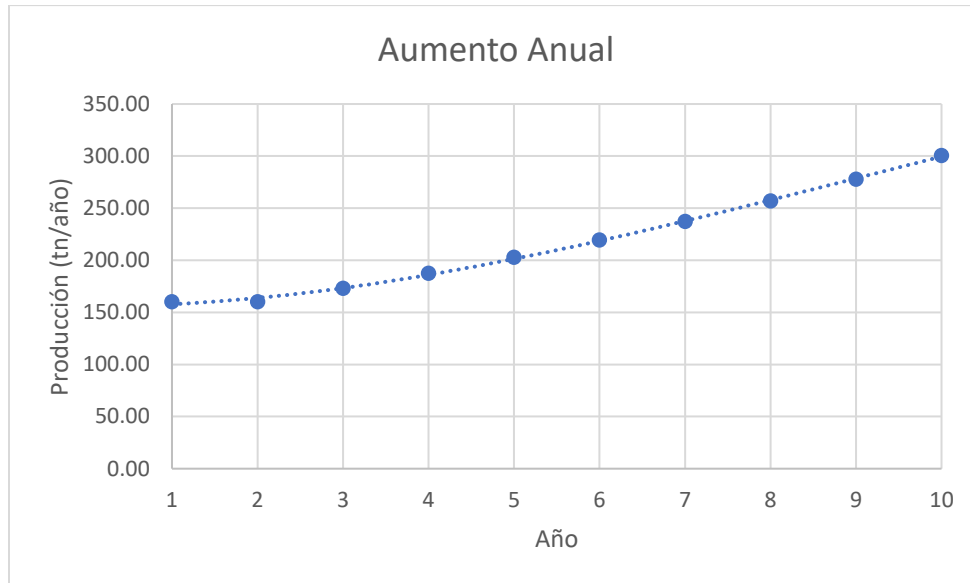


Gráfico 2.8. Aumento Anual Proyectado

### 2.3.2. Forma en que operará la empresa

La empresa operará 5 días por semana, en dos turnos de 8 horas abiertos a modificaciones según lo requiera el proceso productivo. Se tendrá un empleado de guardia por fin de semana, rotando entre los analistas.

En cuanto a modificaciones por incrementos de producción, mientras sea posible, se agregará un turno y/o un día más de trabajo semanal para cubrirlos.

### 2.3.3. Posibilidades futuras de expansión (por sobre los incrementos proyectados)

Además de un aumento del 2% anual de la producción a partir del segundo año para llegar a cubrir parte de las necesidades del mercado nacional, es también un objetivo de la empresa poder exportar nuestro producto e insertarnos en el mercado extranjero.

## 2.4. MATERIAS PRIMAS

Las principales materias primas para la producción del plástico biodegradable son el glicerol y los microorganismos. Los insumos más importantes son las sales para generar el medio y colorantes naturales.

### 2.4.1. Disponibilidad de materia prima en función a la capacidad de producción

#### 2.4.1.1. Glicerol

El Glicerol en nuestro país se obtiene principalmente como coproducto en la industria de biodiesel, en el año 2016 se produjeron aproximadamente 250 mil toneladas sólo. Por lo tanto, lo que inicialmente se planteaba como subproducto con grandes salidas comerciales (algunos

expertos auguraban que si se refinaba podía incluso cubrir los costes de producción de la planta), al final ha conseguido saturar los mercados, convirtiéndose en un subproducto de proceso generado en grandes cantidades que en muchos casos es molesto, poco rentable, e incluso en ocasiones debe tener un final propio de un residuo.

El problema principal de la glicerina procedente de la fabricación de biodiesel es que ha copado los mercados. Es decir, la producción generada ha sido tal que ha provocado un excedente de glicerina, generando una sobreoferta que al final no se ha podido absorber. Por lo tanto, los costos de esta materia prima, que pasa a ser un problema para la mayoría de las industrias productoras, se mantienen bajos.

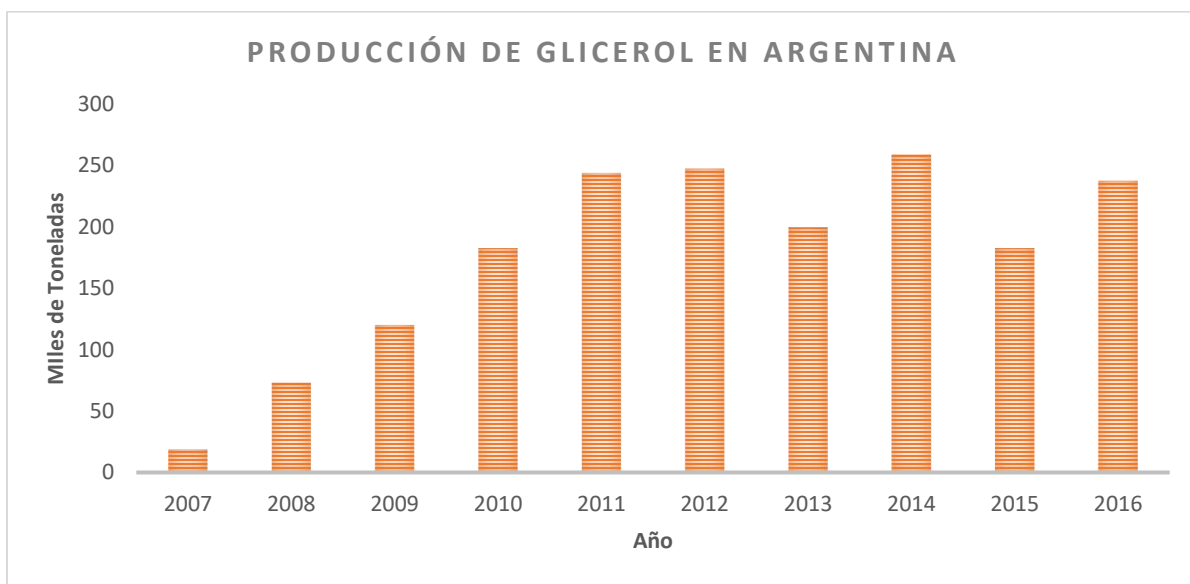


Grafico 2.9. Producción de Glicerol en Argentina

Productores de Bio	Capacidad (M Tn)		Ubicación
	Biodiesel	Glicerol	
Louis Dreyfus	605	60,5	Gral. Lagos - Santa Fe
Renova S.A.	500	50	Timbúes - Sata Fe
Patagonia Bioenergía S.A.	500	50	San Lorenzo - Santa Fe
T6 Industrial S.A.	480	48	Pto Gral. San Martín - Santa Fe
Unitec - Bio S.A.	450	45	Pto Gral. San Martín - Santa Fe
Noble S.A.	250	25	Pto Gral. San Martín - Santa Fe
Cargill S.A.C.L.	240	24	Villa Gdor. Gálvez - Sana Fe
Ecofuel S.A.	240	24	Pto Gral San Martin - Santa Fe
Viluco S.A.	200	20	Frías - Santiago del Estero
Vicentín	200	20	Avellaneda - Santa Fe
Explora S.A.	120	12	Pto Gral San Martin - Santa Fe

<b>Biomadero</b>	100	10	Villa Madero - Buenos Aires
<b>Emp. Sanluisiense Ref. Arg. (ESRA)</b>	96	9,6	San Luis - San Luis

Tabla 2.8. Principales productores de Biodiesel en el País, su capacidad instalada y ubicación

#### 2.4.1.1.1. Precios, Importaciones y Exportaciones

Grado de Purificación	Precio (USD/KG)
Cruda (40-88%)	0,62
Técnica (88%)	3,08
USP (99,7%)	7,73

Tabla 2.9. Precio de los Diferentes tipos de Glicerina

Gracias al auge de la industria del biodiesel, la Argentina se transformó en un importante elaborador de glicerina (subproducto del proceso de elaboración del biocombustible), la cual, además de emplearse como insumo en las industrias farmacéutica y cosmética, pronto comenzará a emplearse también para elaborar bioplásticos.

Año	Cantidad (Tn)
2011	105297
2012	143820
2013	173890
2014	262634
2015	259839
2016	269971
2017	186815

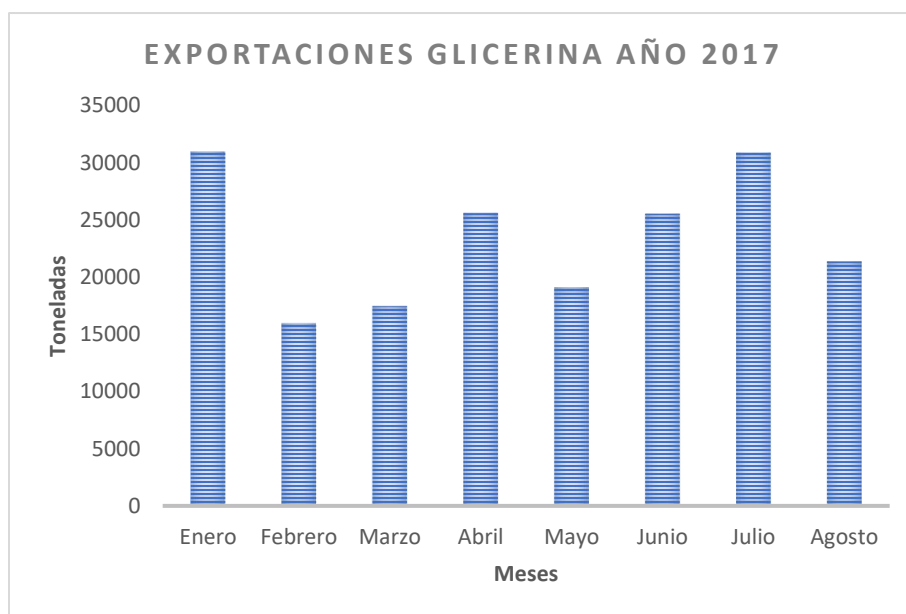
Tabla 2.10. Exportación de Glicerina Año 2011-2017



Grafico 2.10. Exportaciones Anuales Glicerina 2011-2017

	Bruto	Purificado	Total
<b>Enero</b>	23465	7493	30958
<b>Febrero</b>	9100	6841	15941
<b>Marzo</b>	8663	8793	17456
<b>Abril</b>	17420	8163	25583
<b>Mayo</b>	8464	10645	19109
<b>Junio</b>	20003	5533	25536
<b>Julio</b>	16500	14374	30874
<b>Agosto</b>	13136	8222	21358
<b>Acumulado</b>	116751	70064	186815

Tabla 2.11. Exportación de Glicerina Año 2017



Grafica 2.11. Exportación de Glicerina Año 2017

#### 2.4.1.2. Escherichia Coli

##### 2.4.1.2.1. Precios del microorganismo y origen

Marca	Formato	Precio (USD)	Origen
<b>ATCC®</b>	paquete de 6 viales	1800	EE. UU.
<b>sigmaaldrich</b>	Liofilizada - 10g	821,88	EE. UU.
<b>sigmaaldrich</b>	Liofilizada - 25g	1631,32	EE. UU.
<b>Promega</b>	20 x µ50	1830,42	EE. UU.
<b>QIAGEN</b>	2 x µ20	650	Alemania

Tabla 12. Precio de E. Coli

##### 2.4.1.2.2. Importaciones y Exportaciones

No se encontraron valores de importaciones y exportaciones

#### 2.4.2. Incidencia del proyecto sobre el mercado de la Glicerina

Aunque las exportaciones de este producto estén en alza, como el mercado de los biocombustibles está en expansión, la producción de glicerina también.

Como para muchas de las industrias pequeñas, este subproducto tiene un elevado costo de purificación resulta ser molesto su estibado. Por lo tanto, es una materia prima relativamente barata para nuestra empresa y a su vez es una forma de darle valor a este producto.

#### 2.4.3. Evolución futura prevista para los insumos

##### Glicerina

Con los datos de producción nacional de biodiesel estimamos la producción de glicerol como un 10% de rendimiento y de los últimos períodos se realiza un pronóstico mediante una herramienta del Excel para los siguientes 5 años. En la tabla y el gráfico siguientes se presentan los resultados.

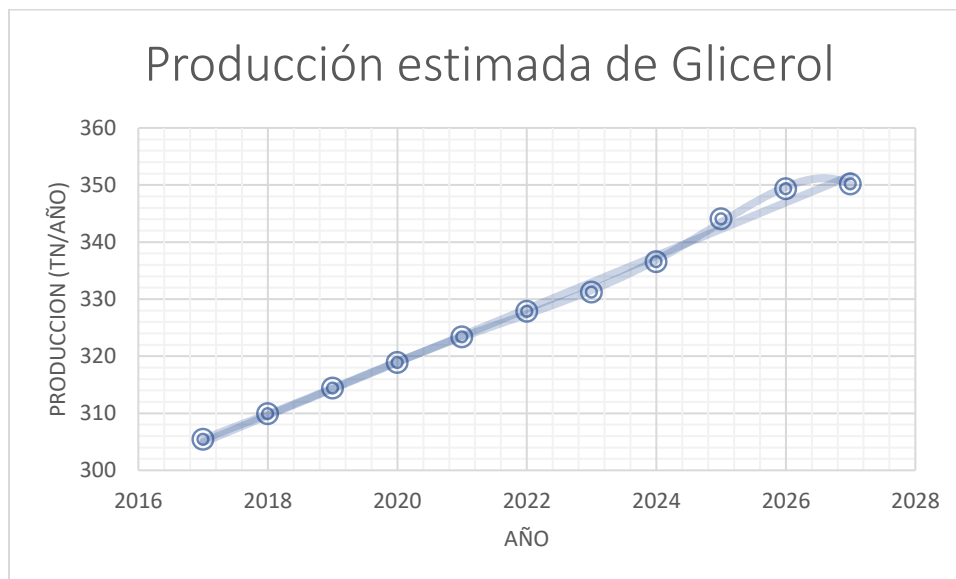


Grafico 12. Producción Estimada de Glicerol hasta año 2022

Año	Producción de Glicerol
2007	19
2008	73
2009	120
2010	183
2011	244
2012	247
2013	200

<b>2014</b>	259
<b>2015</b>	183
<b>2016</b>	238
<b>2017</b>	292,5
<b>2018</b>	296,9
<b>2019</b>	299,3
<b>2020</b>	300,3
<b>2021</b>	306,4
<b>2022</b>	323,4

*Tabla 13. Producción Estimada de Glicerol hasta año 2022*

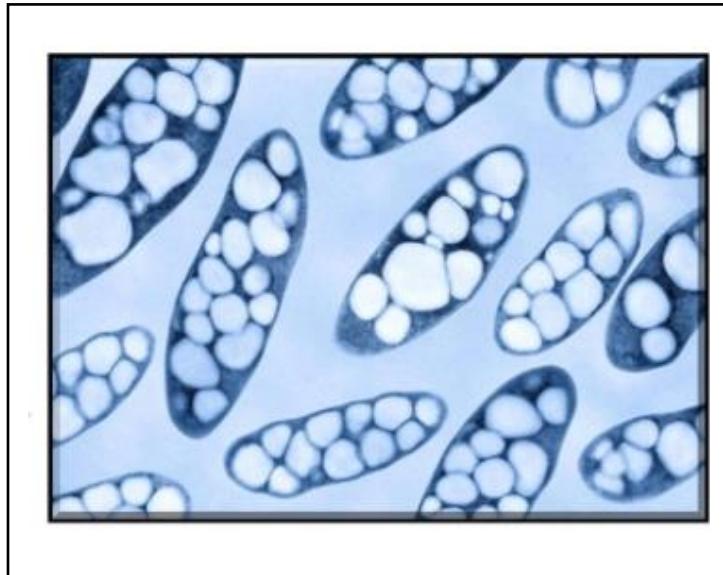
#### 2.4.4. JUSTIFICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA ADOPTADA

#### 2.4.5. Justificación del tamaño por la tecnología adoptada

El equipamiento representa un factor determinante a la hora de fijar el volumen de producción. La tecnología diseñada para la capacidad instalada de la planta de biopolímeros limitará la modificación del tamaño. La mayor limitación para futuras ampliaciones está dada por los pre-fermentadores y fermentadores, por lo que habría que realizar una nueva inversión para obtener reactores de mayor volumen o bien, la implementación de una línea paralela a la que se plantea en el presente proyecto.

La creciente demanda de biodiesel nos da la certeza que el subproducto de dicho biocombustible no es una limitante para nuestra producción.

## Capítulo 3



## LOCALIZACIÓN



### 3. LOCALIZACIÓN

#### 3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA PREVISTA

La empresa Magoplas se instalará en el Localidad de Puerto General San José de Martín, Dpto. San Lorenzo, Provincia de Santa Fe, República Argentina.



Ilustración 1 - Dpto. de San Lorenzo. Pcia. de Santa Fe



Ilustración 2- Localidad de Puerto General José de San Martín



Ilustración 3 - Localización del lote seleccionado

## 3.2. CONDICIONES DE LA LOCALIZACIÓN

### 3.2.1. Disponibilidad de mano de obra

Según los datos del censo nacional del año 2010, el departamento de San Lorenzo cuenta con una población de 157.255 habitantes de los cuales el 62,5% se encuentra en edad activa (15 a 64 años).

Nivel de instrucción alcanzado	
Sin Instrucción o primaria incompleta	17,45%
Primaria completa y secundaria incompleta	52,87%
Secundaria completa y universitario o terciario incompleto	23,62%
Terciario o universitario completo	6,04%

Con respecto a las oportunidades académicas en la zona

- Instituto Superior Nro. 25 "BeppoLevi" en la ciudad de Puerto General San Martin el cual dicta las siguientes carreras terciarias.
  - Técnico Superior en Comercio Exterior.
  - Técnico Superior en Comercialización
  - Administración de Empresas.
  - Laboratorista.
  - Químico superior analista.
  - Químico superior industrial.
  - Analista en Microelectrónica.
  - Técnico programador.
  - Analista informático comercial.
  - Analista informático industrial.
- La Universidad Tecnológica Nacional, Regional Rosario que se encuentra a 28 km de la Ciudad de Puerto General San Martin. La cual dicta las carreras de grado:
  - Ingeniería Civil
  - Ingeniería Química
  - Ingeniería Eléctrica
  - Ingeniería Mecánica
  - Ingeniería Sistemas de Información
 Y las Licenciaturas en:
  - Licenciatura en ciencias aplicadas
  - Licenciatura en comercialización

### 3.2.2. Disponibilidad de materias primas y materiales

La ubicación escogida ayuda a la disminución en los costos de transporte de las materias primas. Las distancias con las principales empresas productoras de glicerol son:

- Louis Dreyfus (18,9 km)
- Renova SA (18,9 Km)
- Patagonia Bioingeniería SA (7,1 Km)
- T6 Industrial SA (en el municipio)
- Unitec Bio SA (en el municipio)

A su vez, la proximidad de la planta con los grandes centros de acopio y distribución, especialmente Rosario, Buenos Aires y Córdoba, sumados a los eficientes servicios de transportes, aseguran un normal abastecimiento.

### 3.2.3. Combustibles y fuentes de energía

Las áreas industriales en el Municipio de Puerto General San Martín disponen de los siguientes servicios:

- ELECTRICIDAD La E.P.E. suministra energía mediante un transformador de 30 MVA que produce electricidad en 33 KV, procedente de dos líneas de alta tensión de 132 KV. del Sistema Interconectado Nacional. Esta estación local tiene prevista la instalación de una segunda unidad transformadora duplicando su capacidad.
- GAS LITORAL GAS provee de Gas Natural a las industrias a través del gasoducto 07 Campo Duran - Buenos Aires (TRANSPORTE DISTRIBUIDOR NORTE / LITORAL) mediante ramal a PETROBRAS ENERGIA S.A. y subramal a BUNGE ARGENTINA S.A.
- COMBUSTIBLES Existen centros de producción y distribución, en este caso mayoristas y minoristas, que cuentan con equipamiento para el suministro en el lugar de consumo.

### 3.2.4. Medios de comunicación disponibles

- Rutas
  - Ruta Nacional N° 11
  - Ruta Provincial N° 175
  - Autopista Santa Fe-Rosario

- Transporte

- Ferrocarril:

Puerto Gral. San Martín está conectado con el Centro, Oeste, Noroeste, Sur, y Litoral del país a través de dos líneas férreas: Nuevo Central Argentino (NCA) y General Manuel Belgrano.

- Red fluvial

El puerto de San Lorenzo, llamado actualmente Complejo Portuario San Lorenzo - Puerto General San Martín y que abarca la totalidad de las terminales de embarques y muelles existentes entre el Km 435 y 459 del Río Paraná.

### 3.2.5. Mercados Consumidores

Empresa	Localización	Distancia (Km)
<b>Plásticos Marajor S.A.</b>	San Justo - Buenos Aires	335
<b>Estrulam</b>	Loma Hermosa - Buenos Aires	317
<b>Interforming</b>	Isidro Casanova - Buenos Aires	348
<b>Ravisud</b>	Zarate - Buenos Aires	247

<b>Engelmann</b>	Buenos Aires - Tortuguitas	301
<b>Alusud</b>	Don Torcuato - Buenos Aires	304
<b>Aluplata</b>	Pilar - Buenos Aires	293
<b>Cotnyl</b>	San Martin - Buenos Aires	323
<b>Bandex</b>	CABA - Buenos Aires	331
<b>Plásticos Boulevares</b>	Córdoba	413
<b>Colombraro</b>	San Martín- Buenos Aires	323
<b>Nuva</b>	CABA - Buenos Aires	331
<b>Mascardi</b>	Ezeiza - Buenos Aires	356

### 3.2.6. Beneficios promocionales en la zona

En lo que respecta a la regulación en la Zona Industrial la Legislación Municipal establece:

- **Por Ordenanza Nro. 005/96** se definen dos áreas de uso industrial, un área de uso industrial habilitado para construcciones de almacenaje y dos áreas de uso no conforme.
- **Por Ordenanza 35/78.** Se reglamenta el uso del suelo. Subdivisión y urbanización de tierras.
- **Por Ordenanzas 061/86** modificada por la 023/89 se regula el control de vertimiento de Líquidos Residuales, contaminación atmosférica, normas para la protección del Medio Ambiente contra la emisión de ruidos y vibraciones.
- **Por Ordenanza 018/95** se determinan las normativas tributarias que rigen en el ámbito municipal y se ratifica la vigencia de la Ley Nro. 8173 y sus modificatorias- Código Tributario Municipal- para los supuestos no contemplados por la presente.
- **Por Ordenanza 029/95** modificatoria de la Ordenanza 018/95 se graba el derecho de uso de las instalaciones Portuarias en jurisdicción del Puerto Municipal en función de las distintas actividades que allí se realizan.

#### Facilidades Crediticias

- Línea de Créditos para la inversión productiva del Banco Hipotecario  
Préstamos comerciales para la financiación de proyectos de inversión, destinados a la construcción, ampliación o remodelación de inmuebles, que permitan aumentar la producción de bienes y/o servicios, o la comercialización de estos.

- TNA fija 17%
- Plazo máximo 36 meses

- Fondo Nacional para el Desarrollo de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa FONAPYME

El Fondo Nacional para el Desarrollo de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa otorga créditos de mediano y largo plazo para proyectos de inversión de PyMEs a una tasa de interés menor a la del mercado. Los créditos son adjudicados mediante llamados a concurso público de proyectos

- Inversiones de actividades productivas del Banco Nación

El objetivo del préstamo es la adquisición de bienes de capital de origen nacional o extranjero, nuevos o usados, incluidos rodados y maquinaria agrícola; instalación y/o montaje y accesorios, requeridos para la puesta en marcha de los bienes de capital u otras inversiones en general: construcciones, galpones, alambrados, mejoras fijas, reproductores de cualquier especie, etc. Se incluyen el costo de proyectos de optimización de consumo energético y adquisición de modernos sistemas de iluminación para ambientes laborales.

- Plazo: Inversiones Hasta 10 años.
- TNA fija 17%

### 3.3. FACTORES DECISIVOS

#### 3.3.1. Método de selección

El método de selección consistió en definir primeramente una región del país como macrolocalización, y luego una microlocalización basándose en el método cualitativo por puntos.

Para el primer paso se escogió la región Centro del país, basada esta decisión en el factor considerado más importante para el alcance del proyecto: la distancia a la materia prima. En esta zona se concentra la mayor cantidad de plantas productoras de glicerol.

Respecto a la microlocalización, se eligió ubicar la planta en cercanías a rutas nacionales y zonas portuarias para estar próximos al mercado consumidor.

Las zonas cercanas a puerto y a rutas nacionales con proximidades a las industrias productoras de glicerol son, Timbúes (Santa Fe), Puerto General San Martín (Santa Fe) y Zárate (Buenos Aires).

Para el método, los factores decisivos considerados fueron disponibilidad de servicios auxiliares, distancia al mercado consumidor, cercanía a zonas portuarias y rutas, disponibilidad de mano de obra, cercanía a materias primas y proveedores. Se descartaron en primera instancia otros como transporte, promociones y subsidios, comunicaciones, tecnología y disponibilidad de terrenos, que no presentan diferencias en la macrolocalización.

En la siguiente tabla, se representan los resultados del método cualitativo por puntos para la elección de la localidad a emplazar la empresa. La valoración se hace de 1 a 10.

Factores Localización	Ponderación	Timbúes		Pto Gral San Martin		Zarate	
		Valor	Producto	Valor	Producto	Valor	Producto
Servicios Auxiliares	0,2	5	1	8	1,6	9	1,8
Cercanía Mercado Consumidor	0,25	7	1,75	9	2,25	10	2,5
Cercanía a zonas portuarias y rutas	0,05	7	0,35	10	0,5	9	0,45
Disponibilidad de MO	0,1	7	0,7	7	0,7	10	1
Cercanía a materia prima	0,4	8	3,2	10	4	5	2
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>7</b>		<b>9,05</b>		<b>7,75</b>	

De la tabla anterior surge que el emplazamiento seleccionado para el proyecto es la ciudad de Puerto General San Martín en la provincia de Santa Fe.

### 3.3.2. Análisis de los factores Decisivos

Se analiza cada uno de los valores decisivos para la instalación de la planta.

#### 3.3.2.1. Servicios Auxiliares

Ponderación	Timbúes		Puerto Gral San Martin		Zarate	
	Valor	Producto	Valor	Producto	Valor	Producto
0,2	5	1	8	1,6	9	1,8

Se pondera 0,2 a este ítem, ya que se requiere de energía eléctrica, térmica y agua a lo largo del de todo el proceso.

A la ciudad de Timbúes se le asigna un valor tan bajo debido a que no cuenta con parque industrial o con una zona que reúna estos requisitos para la industria. Solo hay conexiones domiciliarias. En cambio, en las demás áreas tenemos todos los servicios y aunque en Puerto General San Martín recién se está construyendo un parque industrial al haber tantas industrias todos los servicios están cubiertos.

#### 3.3.2.2. Cercanía del Mercado Consumidor

Ponderación	Timbúes		Puerto Gral San Martin		Zarate	
	Valor	Producto	Valor	Producto	Valor	Producto
0,25	7	1,75	9	2,25	10	2,5

Se pondera con un valor de 0,25 porque la distancia al mercado consumidor influye directamente en los costos del producto. Si bien el mismo es un sólido que se transporta de manera fácil las distancias extensas generan un gasto elevado que se traduce al precio del bien.

A Zarate se le asignó el máximo puntaje debido a que se encuentra en la zona de mayor producción de productos elaborados con resinas plásticas. Las otras dos ciudades al encontrarse en Santa Fe están más alejadas del mismo.

### 3.3.2.3. Cercanía a zonas portuarias y rutas

Ponderación	Timbúes		Puerto Gral San Martin		Zarate	
	Valor	Producto	Valor	Producto	Valor	Producto
0,05	7	0,35	10	0,5	10	0,5

Se ponderó con un valor de 0,05 debido a que, si bien este es un factor determinante para la industria por razones de movilidad de materia primas, insumos y producto terminado no existen diferencias significativas entre las tres localidades. Todas cuentan con rutas asfaltadas y acceso al puerto. Y aunque, la ciudad de Zarate tenga mejor accesibilidad por ruta, la ciudad de Puerto General San Martin tiene también el puerto más activo.

### 3.3.2.4. Disponibilidad de Mano de Obra

Ponderación	Timbúes		Puerto Gral San Martin		Zarate	
	Valor	Producto	Valor	Producto	Valor	Producto
0,1	7	0,7	8	0,8	10	1

Se ponderó con 0,1 a este ítem porque se necesita poca mano de obra altamente calificada para el funcionamiento de la planta. En general con capacitaciones internas ya se contaría con el nivel requerido por los operarios.

A la localidad de Zarate se le atribuyó el valor más alto (10) debido a que se encuentra en una zona de elevada mano de obra capacitada. A las otras ciudades se le dio un valor mucho menor debido a que no cuentan las localidades con ese nivel de educación, pero hay que tener en cuenta que se encuentran ubicadas cercanas a ciudades grandes con alto nivel educativo.

### 3.3.2.5. Cercanía a la Materia Prima

Ponderación	Timbúes		Puerto Gral San Martin		Zarate	
	Valor	Producto	Valor	Producto	Valor	Producto
0,4	8	3,2	10	4	5	2

A este ítem se lo ponderó con el valor más alto porque se considera este factor como el más importante, debido a los grandes volúmenes de glicerol que se necesitan.

A la ciudad de Puerto General San Martín se le atribuyó el valor más alto porque en esta ciudad es en donde se encuentran la mayor concentración de plantas de producción de Glicerol (biodiesel) y además se encuentra en la región de mayor producción de dicho compuesto.

#### 3.4. IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA PROYECTADA PARA LA REGIÓN

Para la región este proyecto sería muy importante debido a que la producción de glicerina generada en la zona ha sido tal que ha provocado un excedente de este producto, generando una sobreoferta que actualmente no se ha podido absorber. Por lo tanto, los costos de esta materia prima, que pasa a ser un problema para la mayoría de las industrias productoras, se mantienen bajos. Con esto estaríamos dando no solo una respuesta a esta problemática que tiene una tendencia ascendente sino también abarcando un tema muy importante como la contaminación ambiental generando un producto amigable con el medio ambiente.



## Capítulo 4



# INGENIERIA



## 4. INGENIERÍA

### 4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

#### 4.1.1. Descripción detallada del proceso de fabricación

##### 4.1.1.1. Recepción de las materias primas

Las materias primas para el proceso son: Glicerina, microorganismos, sales y agua.

La glicerina, procedente de los productores de biodiesel de la zona, llegará a la planta semanalmente en camiones cisterna y/o tanques de doscientos litros. El cual luego será bombeado a tanques de almacenamiento de materia prima donde se lo mantendrá hasta su consumo en el proceso.

Previo a su ingreso a la planta se realizarán ensayos de laboratorio por lote para poder determinar su contenido de metanol, sales, pH y humedad. Para verificar que el producto este dentro de los estándares normales.

Los parámetros del glicerol crudo se resumen en la siguiente tabla

Parámetros	Unidad	límite	Promedio
<b>Contenido de glicerol</b>	% peso	80 min	83,2
<b>Metanol</b>	% peso	1,5 máx.	0,7
<b>pH</b>	% peso	6-8	6,8
<b>Cenizas</b>	% peso	4,5 Max	4,5
<b>Agua</b>	% peso	13 máx.	11,2
<b>Monoglicéridos</b>	% peso	2,5 máx.	0,6

Tabla 4.1. Especificaciones de glicerina cruda.

Fuente: BUNGE Biodiesel S.A (proveedor).

Los microorganismos serán recibidos del proveedor y serán conservados en frío según establezca el mismo hasta su utilización.

Las sales serán recibidas directamente de los proveedores. Previo a su ingreso a la planta se les realizará una inspección visual, analizando precintos de seguridad, empaques en buen estado, sin golpes ni roturas, correcto estibado y se llevarán a depósito hasta su utilización en el proceso.

El agua será la de la red la cual se pasará por un equipo de ósmosis inversa.

##### 4.1.1.2. Evaporación

Debido a que el metanol es un inhibidor para los microorganismos utilizados en el proceso, es importante eliminarlo de la glicerina. Para este fin se utilizará un evaporador. La corriente de glicerina cruda es sometida a una evaporación a 70°C en la cual se recupera el 90% del metanol (P.E. 64,7°C) con una pureza del 53% en peso. En esta operación se elimina un 1,26% de la masa de entrada, correspondiente a una corriente acuosa de metanol.

#### 4.1.1.3. Esterilización

Antes de empezar el proceso de fermentación se debe realizar una esterilización del sustrato y del equipo para lograr que el microorganismo seleccionado pueda desarrollarse sin competencias con otros. La esterilización se llevará a cabo mediante el contacto directo con vapor a una temperatura de 121°C durante 120 minutos.

Como el proceso de fermentación es semicontinuo, se procederá a mezclar las corrientes del sustrato, glicerol, agua y sales, y luego esterilizarlas directamente en el reactor. Esto se realiza inyectando el vapor de agua directamente en el fermentador. Hay que tener en cuenta el agregado de agua a la solución de sustrato durante esta operación.

#### 4.1.1.4. Enfriamiento

La corriente del fermentador es enfriada hasta un valor final de 37°C, temperatura a la cual se lleva a cabo la fermentación.

Este enfriamiento se realiza en el biorreactor con el encamisado que cuenta dicho equipo.

#### 4.1.1.5. Fermentación

El objetivo de esta etapa es la producción de Polihidroxibutirato por medio de una fermentación llevada a cabo por la bacteria E. Coli recombinante, utilizando como fuente de carbono principal glicerina proveniente de la producción de biodiesel.

La fermentación se llevará a cabo en un fermentador de batch cerrado de tipo tanque agitado y encamisado. El mismo estará construido de acero inoxidable con un agitador tipo turbina de 6 palas, un difusor de salida múltiple en forma de rejilla por el cual se incorpora aire estéril. Además, contará los accesorios necesarios para llevar un control continuo del proceso, como son control de pH, manómetro, válvula de seguridad, control de temperatura, válvula de control y control de espumas.

Las bacterias serán recibidas liofilizadas y primero serán propagadas en escala de laboratorio para luego ser inoculadas en un tanque iniciador o starter en el cual se mezclarán con el medio estéril. Dicha propagación será llevada a cabo de forma sucesiva, en cantidades 20 veces mayores en cada vez, hasta alcanzar la escala del fermentador principal.

El aire inyectado en el proceso será previamente filtrado y esterilizado. Como primera medida el aire es comprimido y luego pasa a través de una serie de filtros. El primer filtro se utiliza para retener partículas de hasta 25  $\mu\text{m}$ , luego pasa por un segundo de filtro de microfibra fina afelpada de poliéster para eliminar casi un 100% de partículas menores a 0,1  $\mu\text{m}$ , y como tercer filtro se utiliza uno de carbón activado para eliminar restos de hidrocarburos que puedan venir del

compresor. Por último, al aire pasa a través de un filtro esterilizador por rayos UV. Como resultado final se obtiene aire purificado con una concentración menor a 0,3 ppb.

#### 4.1.1.6. Enfriamiento

Previo a la etapa de la ruptura celular se llevará a cabo un enfriamiento con el objetivo de debilitar las paredes de la membrana celular para así lograr que la liberación del compuesto sea más sencilla.

El enfriamiento se realizará con un intercambiador de calor de casco y tubos de 4 paso por los tubos y 1 por carcasa. La solución refrigerante, que pasa por los tubos entra a  $-8^{\circ}\text{C}$  y sale a  $0^{\circ}\text{C}$ , mientras que la solución de biomasa, que pasa por la carcasa, entra a  $37^{\circ}\text{C}$  y sale a  $4^{\circ}\text{C}$ .

#### 4.1.1.7. Ruptura de la membrana celular

El proceso de separación del polímero consta, en este caso de la ruptura de la membrana celular para así liberar el, utilizando un homogeneizador de alta presión. El principal factor de disrupción en este proceso es la presión aplicada a las células y la posterior caída de presión en una válvula. De este modo se generan el choque y el esfuerzo de cizalla necesarios para provocar la ruptura de las células en proporción a la presión de funcionamiento.

Se aplica una presión de 800 bar a la suspensión de células, forzándolas a pasar a través de una válvula, sometiendo a ésta a un alto estrés de corte, rompiendo las membranas. El mecanismo de ruptura celular se da por fuerzas de corte en la región de la válvula, cavitación (debido a las regiones de baja presión generadas) y al impacto contra el anillo. Debido a que las altas presiones de procesamiento aumentan la temperatura de funcionamiento, hay que enfriar las células antes de utilizarlas para evitar la inactivación de proteínas a causa de la formación de espuma. Esta operación se realiza 2 veces, para asegurar la eficacia de la operación.

#### 4.1.1.8. Centrifugación

El objetivo principal de esta etapa es eliminar las impurezas más abundantes, mayoritariamente el medio de cultivo y la biomasa restante (pared celular) para facilitar los procesos posteriores y reducir el volumen a transportar.

La sedimentación centrífuga se produce porque las partículas de PHB se separan del líquido residual debido a las elevadas velocidades y diferencias de densidades. Debido a que la molécula de bioplástico tiene un tiempo de residencia dentro del equipo tal que asegura que la mismo alcance la pared del recipiente separador.

Se utilizará para esta operación una centrífuga refrigerada de alta velocidad con rotores de flujo continuo. Este equipo es capaz de procesar grandes volúmenes de muestra de forma continua. La centrífuga permite separaciones rápidas y a su vez el equipo tiene la capacidad de

refrigeración, de manera que todos los rotores estándar se mantienen a 4°C a velocidad máxima sin un sistema de vacío aun cuando se utilizan grandes volúmenes de suspensión. El equipo funciona de forma continua, recolectándose el PHB libre de la solución por medio de una boquilla.

#### 4.1.1.9. Secado

A la salida de la centrifuga el material debe secarse, ya que sale en forma de barro con un alto grado de humedad. Este proceso se debe realizar para mejorar el proceso de extrusado. Un secado adecuado y uniforme beneficia el procesamiento de estas bioresinas y ayuda a prevenir defectos en los pellets.

El PHB es un bioplástico no higroscópico, no absorben la humedad internamente en el granulo, sin embargo, la humedad se concentra en la superficie del granulado. En este tipo de resinas, la recolección típica de humedad se debe a la condensación. Por lo tanto, la aplicación de calor es fundamental para la eliminación de la humedad superficial. La humedad se elimina fácilmente al pasar una corriente suficiente de aire caliente sobre el material.

#### 4.1.1.10. Extrusor

Luego del secado, el material se dirige hacia una válvula extrusora, la cual comprime y funde la materia. Una vez que se logra un flujo de fusión constante, se desvía hacia la placa con orificios, la cual forma los hilos del polímero.

El biopolímero es alimentado por medio de una tolva en un extremo de la máquina y debido a la acción del empuje y fricción generan calor por lo que el material se funde y fluye pasando por un orificio dando como resultado hilos del biopolímero.

#### 4.1.1.11. Peletizado y secado

A continuación, los hilos son cortados por la granuladora en pellets y arrastrados por un flujo de agua. Los granulados se transportan con el agua de proceso al sistema de tratamiento y secado. Luego se separan del agua de proceso en el precalentador y continúan en el secador centrífugo. Los gránulos secos salen de la secadora y se envían hacia una tolva por medio de un tornillo sin fin.

El agua separada del granulado vuelve al tanque de agua, se filtra y se devuelve al ciclo del agua de proceso. Para el control de temperatura del agua de proceso, se integra en el sistema un circuito de refrigeración con intercambiador de calor.

#### 4.1.1.12. Envasado

Esta operación consiste en colocar los pellets del producto terminado en las bolsas de empaque final, las cuales son pesadas, con el objetivo de que cada bolsa tenga un peso estipulado de 200 kg.

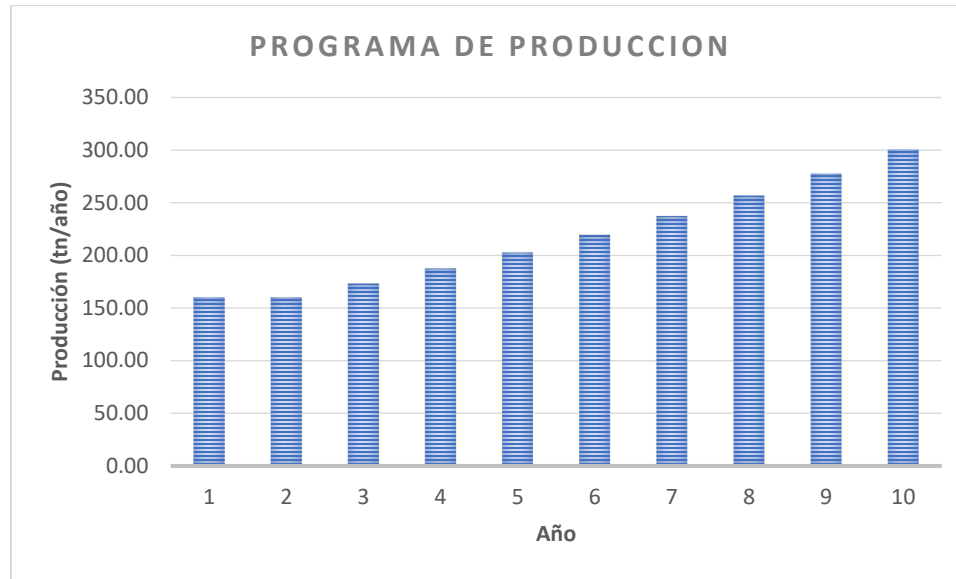
El producto a la salida del proceso de Peletizado es almacenado en un silo de producto terminado. Luego este material es fraccionado en envases Bag de 55 Kg con ayuda de tolvas dosificadoras. Cada Bag es llevado con autoelevador a la zona de almacenamiento de producto final.

#### 4.1.2. Programa de producción

En el ítem 2.3.1 del capítulo 2, estudio de mercado, se estableció que durante los dos primeros años la empresa no tiene contemplado el aumento en la producción, y se definió que a partir del tercer año se realizará un aumento anual del 8,2% sobre el año anterior hasta alcanzar un volumen de aproximadamente 300 tn/año en 10 años de producción.

Año	Producción Anual (tn/año)	Producción Diaria (Kg/día)	Capacidad Utilizada (%)
1	160,00	613,0	48%
2	160,00	613,0	48%
3	173,12	663,3	52%
4	187,32	717,7	57%
5	202,68	776,5	61%
6	219,30	840,2	66%
7	237,28	909,1	72%
8	256,73	983,7	78%
9	277,79	1064,3	84%
10	300,56	1151,6	91%

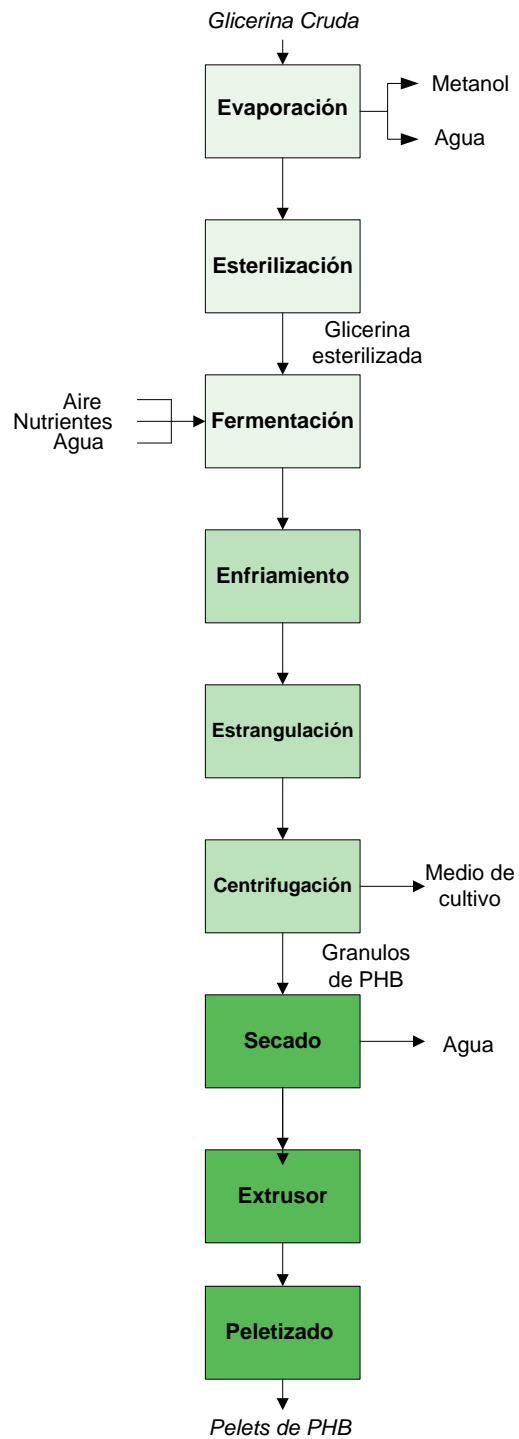
Tabla 4.2. Programa de producción



Gráfica 4.1 .Programa de producción

#### 4.1.3. Balances de Masas y Diagramas de flujo

##### 4.1.3.1. Diagrama de Bloques



Gráfica 4.2. Diagrama de bloques

#### 4.1.3.2. Balances de masas de cada etapa

Para realizar los balances de masa de toma una base de 100 Kg de Glicerina.

##### 4.1.3.2.1. Recepción de la glicerina

Se estima una merma de un 0,08 % debido a la descarga de camiones cisterna y transporte por bombas hasta el depósito del almacenamiento.



#### 4.1.3.2.2. Evaporación

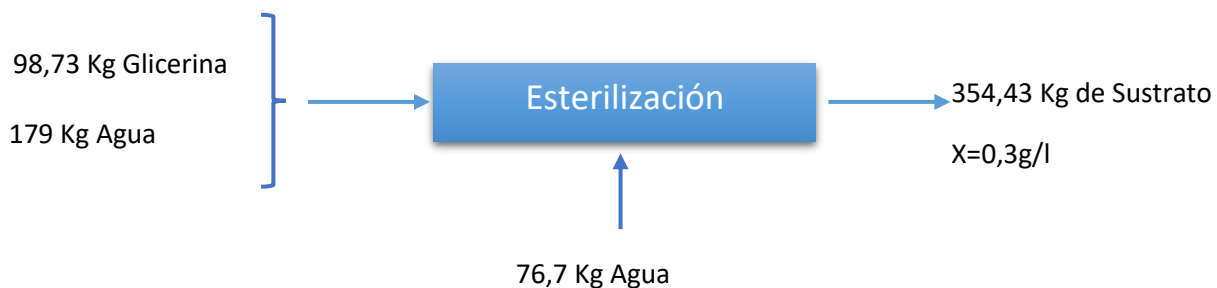
Como esta etapa del proceso se realiza en el mismo equipo se la considera en conjunto. El glicerol crudo contiene un contenido en promedio de metanol de 0,7 % y un 11,2% de agua. En esta etapa se pierde elimina el 90% de metanol que ingresa con una pérdida del 5% de agua, dando un flujo de salida de 1,19 kg de solución acuosa de metanol al 53%.



#### 4.1.3.2.3. Esterilización

Durante esta etapa se realiza un calentamiento de la mezcla con vapor vivo a 121°C a fin de eliminar cualquier microorganismo capaz de competir con los utilizados durante la etapa de fermentación. A su vez, se esteriliza el equipo.

Previo a la esterilización se debe mezclar, dentro del fermentador, la corrientes de glicerina con la de agua para formar el sustrato. Ingresa primero el 70% del agua necesaria y luego a través del proceso de evaporación se inyecta el 30% restante hasta alcanzar la concentración de 30% p/v deseada.



#### 4.1.3.2.4. Enfriamiento

Durante esta etapa se produce dentro del reactor por lo tanto no hay mermas del sustrato.

#### 4.1.3.2.5. Fermentación

Durante la fermentación, debido a que la misma es un proceso aeróbico, se debe agregar entre un 15 y un 20% de oxígeno. Se incorporará aire previamente filtrado.

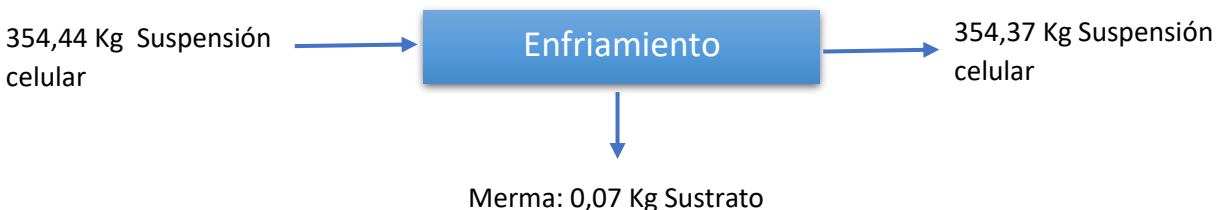
La cantidad de microorganismos que se agregan son 0,05 gramos cada L de sustrato.



Durante esta etapa, no hay generación de compuestos indeseados y se consume un 2% de agua debido a la evaporación por calor generado en la fermentación y por espumado.

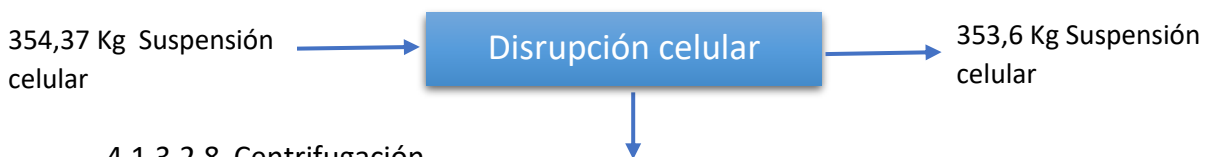
#### 4.1.3.2.6. Enfriamiento

La etapa de enfriamiento se lleva a cabo con el objetivo de lograr un mejor rendimiento en la etapa siguiente, ruptura de la pared celular de las bacterias. Esto se realiza para facilitar la separación de la biomasa bacteriana del PHB. Se estima una merma de un 0,02%.



#### 4.1.3.2.7. Liberación del polímero

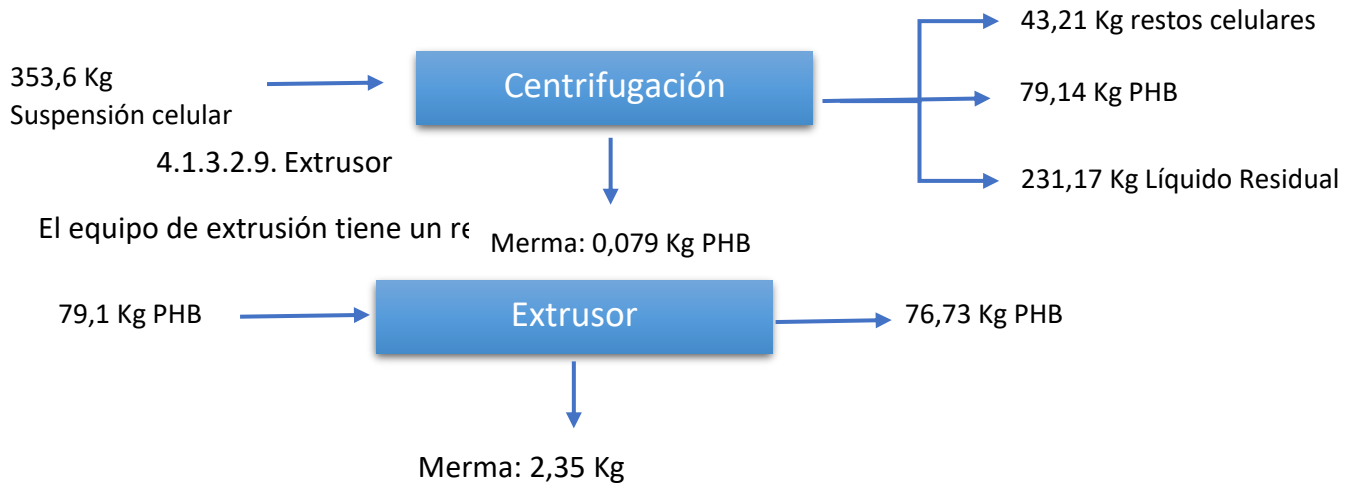
Luego de que las bacterias pasan por el enfriador tienen sus paredes celulares debilitadas lo facilita la etapa de liberación del PHB. La ruptura de la membrana celular se produce por el aumento de presión de la solución y la posterior abrupta despresurización al pasar por una válvula. Este procedimiento se realiza dos veces para asegurar la disrupción de toda la masa celular. Se estima una pérdida del 0,2% de la suspensión celular.



#### 4.1.3.2.8. Centrifugación

Merma: 0,7 Kg Suspensión celular

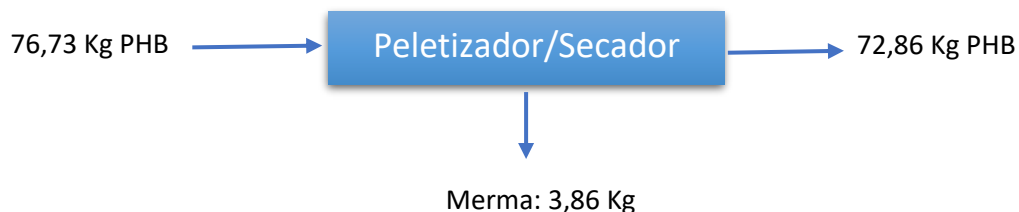
En esta etapa se elimina toda la suspensión celular que se encuentra en exceso. Esta suspensión está formada por agua, glicerol y restos de membrana de celular. La centrifuga utilizada tiene un rendimiento del 99% en la extracción de lo sólidos. Se estima una merma de PHB de un 0,1%



#### 4.1.3.2.10. Peletizado y secado

Este proceso se compone de un Peletizado y secador integrado en un solo equipo. Como el agua de enfriamiento utilizada en esta etapa es recuperada y reutilizada no se considera en el balance de masas.

El equipo tiene un rendimiento de un 95%.



#### 4.1.3.3. Diagrama de flujo

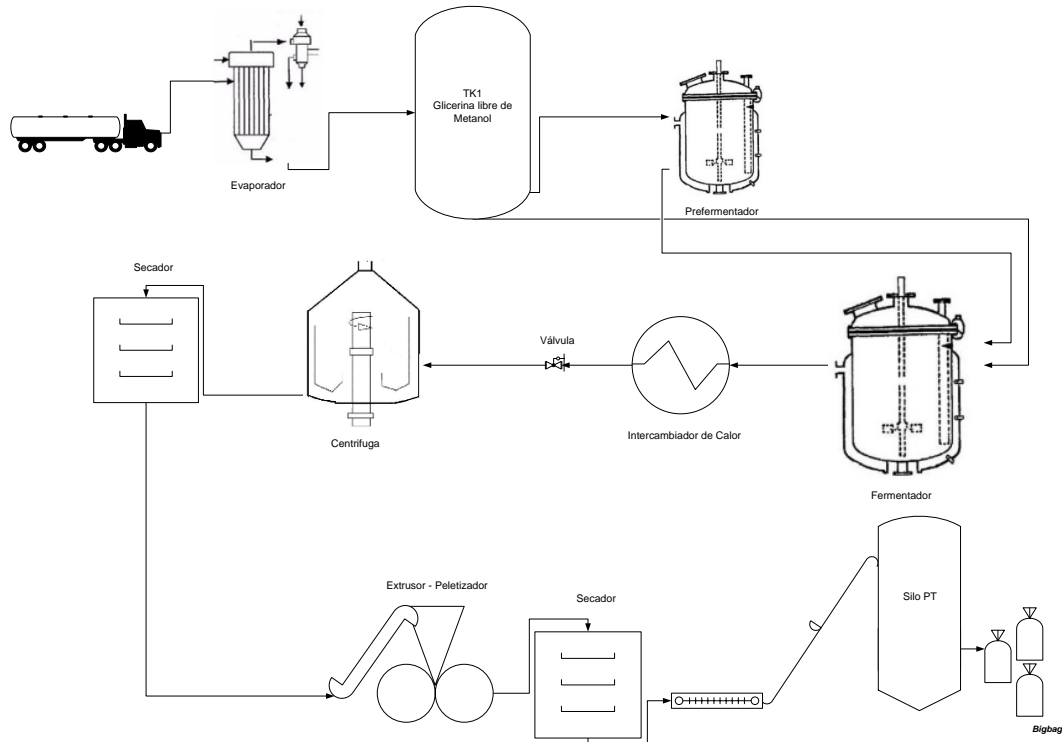


Gráfico 4.3. Diagrama de Bloque

#### 4.1.4. Cuadro evolución de unidades

Año	Producción PHB (Tn)	Glicerol Consumido (m3)	Agua Consumida (m3)	Sustrato (m3)	MO Consumido (kg)
1	160	190,5	467	657,8	32,9
2	160	190,5	467	657,8	32,9
3	173,1	206,1	499	711,8	35,6
4	187,3	223,0	534	770,1	38,5
5	202,7	241,3	571	833,3	41,7
6	219,3	261,1	612	901,6	45,1
7	237,3	282,5	655	975,5	48,8
8	256,7	305,6	703	1055,5	52,8
9	277,8	330,7	754	1142,1	57,1
10	300,6	357,8	810	1235,7	61,8

Tabla 4.3. Evolución de Unidades

#### 4.1.5. Capacidad real instalada

Año	Producción Anual (tn/año)	Producción Diaria (Kg/día)	Capacidad Instalada (tn/año)	Capacidad Utilizada (%)
1	160,00	613,0	330,3	48%
2	160,00	613,0	330,3	48%
3	173,12	663,3	330,3	52%
4	187,32	717,7	330,3	57%
5	202,68	776,5	330,3	61%
6	219,30	840,2	330,3	66%
7	237,28	909,1	330,3	72%
8	256,73	983,7	330,3	78%
9	277,79	1064,3	330,3	84%
10	300,56	1151,6	330,3	91%

Tabla 4.4. Capacidad Real Instalada

La empresa operará 5 días por semana, en dos turnos de 8 horas abiertos a modificaciones según lo requiera el proceso productivo. En cuanto a modificaciones por incrementos de producción, se agregará un turno y/o un día más de trabajo semanal para cubrirlos.

## 4.2. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL PROCESO

### 4.2.1. Esterilización

La esterilización, tanto del fermentador como del medio, se realizan de manera conjunta. Una vez cargados los ingredientes del medio al fermentador, se cierra el fermentador y se procede a la esterilización de este por medio de la inyección de vapor vivo. Por lo tanto, el medio se prepara de manera ligeramente concentrada para compensar la dilución por el agregado de vapor condensado, se deben controlar de manera rigurosa los aditivos de la caldera para que no se produzcan efectos adversos en el crecimiento de los microorganismos. La esterilización con inyección de vapor es muy eficaz, debido a la liberación de su calor latente de vaporización conforme condensa en el medio. El vapor se suministra tanto por la entrada de aire como por el de la toma de muestras. El agitador debe estar en funcionamiento durante todo el proceso para mejorar la transferencia de calor y evitar que la que el medio en contacto con las superficies calientes se cueza.

Cuando el medio alcanza los 100°C, se cierra la válvula de escape para permitir que la presión y la temperatura suban hasta el nivel de esterilización 120°C.

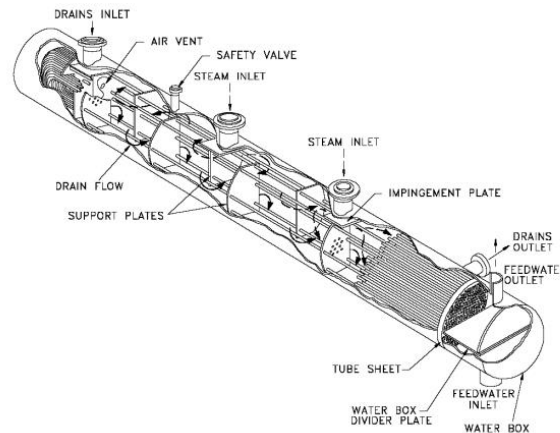
### 4.2.2. Enfriamiento

Estas etapas se realizan mediante el uso de equipos que permiten variar la temperatura del fluido de partes del proceso mediante intercambio de calor con otro fluido u otra corriente a una temperatura diferente. Son equipos fabricados de materiales metálicos, debido a sus

propiedades mecánicas como, por ejemplo, la conductividad térmica. (Kern, Donald. Procesos de Transferencia de Calor. 3ra edición. Editorial Patria). Se pueden clasificar en dos grandes grupos: de carcasa y tubos o de placas.

#### Intercambiadores de calor de carcasa y tubo

En sistemas donde uno de los fluidos presenta sólidos o posee viscosidades elevadas, este circula por el lado de la carcasa. Es muy importante en estos casos la disposición de los tubos. Los tubos se ordenan de forma triangular o cuadrada. Excepto cuando el lado de la carcasa tiene una gran tendencia ensuciarse, se utiliza la disposición triangular debido a que se puede conseguir una mayor superficie de transmisión de calor que en la disposición cuadrada para una carcasa de un diámetro dado. Pero, los tubos en disposición triangular no se pueden limpiar pasando un cepillo entre las hileras de tubos debido a que no existe espacio para la limpieza, en tanto que la disposición cuadrada permite la limpieza del exterior de los tubos. Por otra parte, la disposición cuadrada conduce a una menor caída de presión en el lado de la carcasa que en la disposición triangular.



Gráfica 4.4. Intercambiador de calor de carcasa y tubos.

Fuente: Kern, Donald. Procesos de Transferencia de Calor. 3ra. edición, editorial Patria

##### 4.2.2.1.1. Haz de tubos

Generalmente se usan tubos con diámetro en el rango de 16 mm (5/8") a 50 mm (2"). Los diámetros pequeños 16 a 25 mm (5/8" a 1") son preferidos para la mayoría de los servicios, obteniéndose así intercambiadores más compactos. Los tubos grandes son fáciles de limpiar por métodos mecánicos y se deben seleccionar para fluidos que formen incrustaciones. El espesor de los tubos (calibre) es seleccionado para soportar la presión interna y dar una adecuada tolerancia a la corrosión. Las longitudes preferidas para intercambiadores son de 1,83 m (6 pies); 2,44 m (8 pies); 3,66 m (12 pies); 4,88 m (16 pies) y 6,1 m, (20 pies). Para un área dada, el uso de tubos largos reducirá el diámetro del intercambiador.

Recomendación según el servicio		
<b>Intercambiadores simples</b>	3/4" OD	..... 1" OD
<b>Refrigeración</b>	5/8" OD	..... 1,25" OD
<b>Evaporadores</b>	1,25" OD	..... 1,5" OD
<b>Hornos</b>	3,5" OD	..... 4" OD

Tabla 4.5. Recomendación según servicio

#### 4.2.2.2. Intercambiadores de calor de placas

El intercambiador de calor de tipo plato, como se muestra en la Gráfica 4.5., consiste en placas en lugar de tubos para separar a los dos fluidos caliente y frío. Los líquidos calientes y fríos se alternan entre cada uno de las placas y los baffles dirigen el flujo del líquido entre las mismas. Ya que cada una de las placas tiene un área superficial muy grande, éstas proveen un área extremadamente grande de transferencia de térmica a cada uno de los líquidos. Por lo tanto, un intercambiador de placas es capaz de transferir mucho más calor con respecto a un intercambiador de carcasa y tubos con volumen semejante. El intercambiador de calor de placas, debido a la alta eficacia en la transferencia de calor, es mucho más pequeño que el de carcasa y tubos para la misma capacidad de intercambio de energía, pero su costo es ampliamente superior. Estos equipos, además tienen dificultades para el uso con soluciones con sólidas y de elevadas viscosidades.

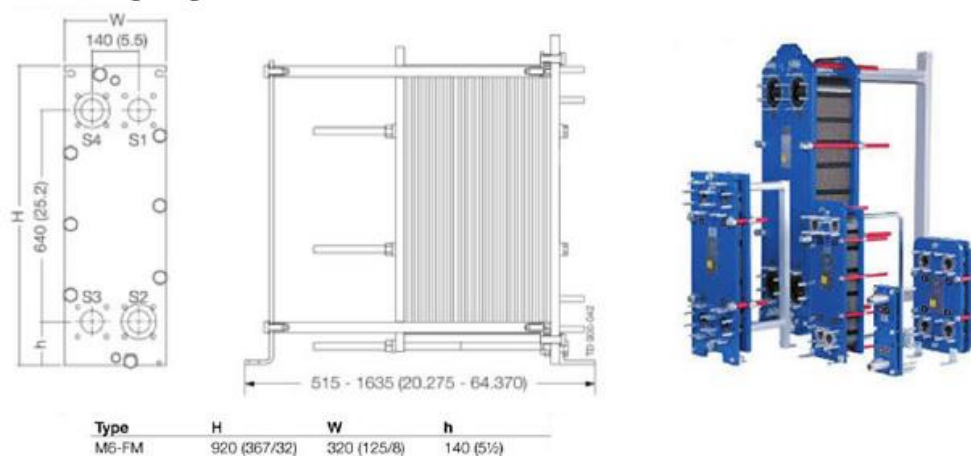
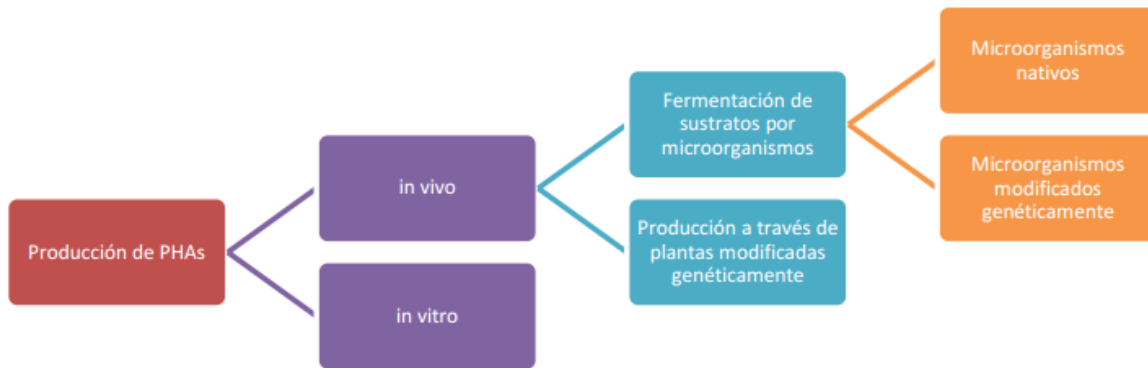


Gráfico 4.5. Intercambiadores de placas. Fuente: Alfa Laval, catálogo de productos.

#### 4.2.3. Síntesis de PHB y Microorganismos

##### 4.2.3.1. Síntesis de Polihidroxicanoatos

En la gráfica 4.6. observan las formas que existen para la síntesis de los Polihidroxicanoatos.



Gráfica 4.6. Formas de producción de PHA

#### 4.2.3.1.1. Producción in vitro

La producción de PHA in vitro se realiza en un sistema libre de células, a partir de monómeros como ser: lactosuero, ácidos hidroxialcanoicos o el tioéster sintético 3-hidroxiacetil-CoA y empleando enzimas tales como lipasas, esterases o alguna proteasa para realizar la síntesis.

Este método tiene la ventaja de no producir subproductos, como ser otros compuestos metabólicos, que luego tienen que ser removidos. Se pueden obtener polímeros puros y se pueden polimerizar monómeros específicos que no se sintetizan en forma natural. Por otro lado, las desventajas incluyen la baja estabilidad de las enzimas polimerizantes (alto costo) y la utilización de sustratos relativamente costosos. Actualmente los polímeros sintetizados por esta vía se utilizan únicamente para investigación.

#### 4.2.3.1.2. Producción in vivo

La producción de PHA in vivo se puede dar de dos formas: por fermentación de sustratos a través de microorganismos y a través de plantas modificadas genéticamente.

##### 4.2.3.1.2.1. Producción por fermentación

Para la producción por vía fermentativa se utilizan microorganismos ya sean especies nativas, o microorganismos que han sido modificados genéticamente con el objetivo de inducir las rutas metabólicas de producción de PHA en aquellos que originalmente no lo hacían o para mejorar rendimientos en la producción y separación del PHA en aquellos que ya poseen esas rutas metabólicas. Existen más de 300 especies de microorganismos nativos reportados capaces de producir PHA, pero solo unos pocos lo hacen con un rendimiento importante para aplicaciones industriales.

Los microorganismos sintetizan PHA a partir de diferentes sustratos y los almacenan en su citoplasma como reserva de fuente de carbón y energía. La producción y acumulación en microorganismos, ocurre en general cuando la célula es expuesta a condiciones de estrés

nutricionales en presencia de un exceso de una fuente de carbono y una restricción de otro nutriente. Estos biopolímeros se depositan intracelularmente en formas de cuerpos de inclusión y pueden llegar a representar entre el 40% hasta más del 90% del peso seco celular.

#### 4.2.3.1.2.2. Producción en plantas modificadas genéticamente

Se han desarrollado tecnologías de producción de PHA por medio de tejidos vegetales en plantaciones genéticamente modificadas. La acumulación de PHA se da tanto en la semilla como en las hojas, las cuales a través de la fotosíntesis utilizan el dióxido de carbono y agua como materia prima para la producción del biopolímero.

#### 4.2.3.2. Microorganismos productores

Como se remarcó anteriormente, dentro de los más de 300 microorganismos conocidos acumuladores de PHA, solo algunos han sido empleados para su producción. Estos incluyen: *Ralstonia eutropha* (*Alcaligenes eutrophus*), *Alcaligenes latus*, *Azotobacter vinlandii*, *Pseudomonas oleovorans* y varias cepas de bacterias Metilótrofas y *Escherichia colirecombinantes*.

Bacteria	PHA	Fuente de carbono	X (g/L)	PHA (g/L)	%PHA
<b>Alcalígenes eutrophus</b>	PHB	Glucosa	164	121	76
<b>Alcalígenes eutrophus</b>	PHB	CO2 + H2	91,3	61.9	67.8
<b>Alcalígenes eutrophus</b>	PHB	Hidrolizado de mandioca	106	61.9	57.5
<b>Alcalígenes eutrophus</b>	PHB-co-PHV	Glucosa y acido propiónico	158	117	74
<b>Alcaligenes latus</b>	PHB	Sacarosa	143	71.4	50
<b>Azotobacter vinelandii</b>	PHB	Glucosa	4031	32	79.8
<b>Methylobacterium organophilum</b>	PHB	Metanol	250	130	52
<b>Protomonas extorquens</b>	PHB	Metanol	233	149	64
<b>E. Coli recombinante</b>	PHB	Glucosa	101.4	81.2	80.1
<b>E. coli recombinante</b>	PHB	Glicerol	30	-	80

Tabla 4.7. Microorganismos productores de PHA

#### 4.2.4. Ruptura de la membrana celular

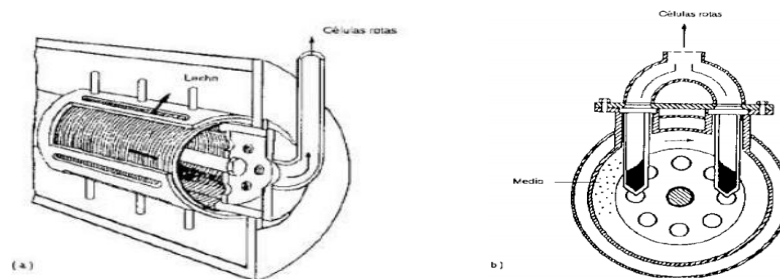
Para liberar los productos intracelulares al medio, para luego purificarlos, primero se requiere la fractura de la pared celular. Para lograr este fin se pueden utilizar medios mecánicos,

microbiológicos o químicos. Sin embargo, para minimizar los problemas de purificación, en general, es mejor el rompimiento mecánico. Hay dos tipos principales de desintegraciones mecánicas, el molino de bolas de alta velocidad y el homogeneizador.

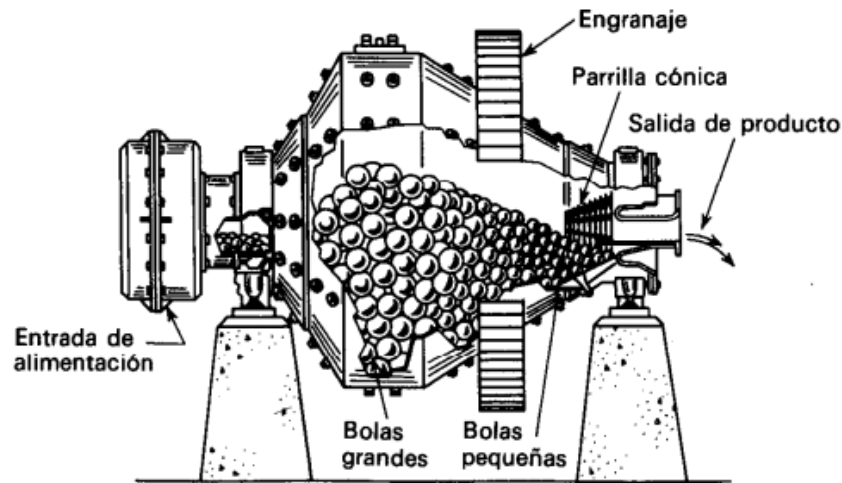
#### 4.2.4.1. Molino de bolas

Hay varios diseños de estos equipos, en uno de ellos se montan discos circulares excéntricamente sobre una flecha central para armar un arreglo helicoidal. La eficiencia de estos equipos depende de la concentración de las células en la suspensión. Esto se debe al mecanismo de rompimiento, el cual incluye interacciones entre las células y las bolas. El efecto de la concentración celular es pronunciado a velocidades de agitación menores. A altas velocidades el rompimiento es menos sensible a la concentración celular. La eficiencia del rompimiento celular es más sensible a la concentración de las bolas que a la concentración celular. La concentración óptima de las bolas esta por lo general entre un 70-90% el volumen del molino. El diámetro de las cuentas también afecta la eficiencia del rompimiento. Las bolas más pequeñas son usualmente más efectivas, pero también son más difíciles de retener.

El tiempo de residencia de la suspensión celular en la cámara se puede modificar para proporcionar el nivel deseado de rompimiento de un sistema dado. El tiempo de residencia es limitado debido a la degradación de producto como resultado de la generación de calor. Por lo tanto, el equipo debe estar refrigerado. El calor también es removido por la suspensión de células que fluye a través de sistema.



Grafica 4.7. (a) y (b) Vistas molino de bolas



Gráfica 4.8. Molino cónico de bolas

#### 4.2.4.2. Homogeneizador de alta presión

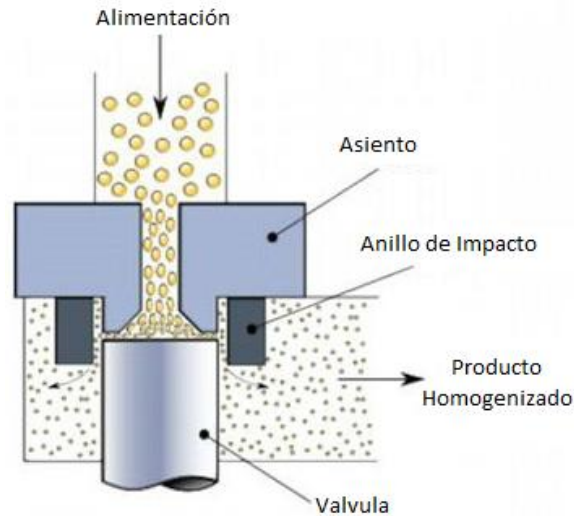
Los homogeneizadores son bombas de desplazamiento positivo que presurizan la corriente de alimentación a aproximadamente 400-500 bar. Luego, la presión es liberada rápidamente mediante una válvula de descarga especial, con los que se crean velocidades muy altas de corte de líquido, y la corriente choca contra un anillo de impacto produciendo la ruptura de las células. La concentración de las células no afecta la eficiencia del rompimiento o liberación, siempre que la suspensión celular fluya fácilmente y no contenga grumos o sólidos aglomerados. El calor generado durante el proceso se debe a la compresión adiabática y la temperatura se eleva 1,5°C por cada 70 bar de presión de operación. Si se usan pasos múltiples, es esencial enfriar las corrientes de procesos entre ellos. Por lo general, es necesario un enfriamiento a 4 ó 5°C para compensar la generación de calor en el sistema.

Las válvulas de homogeneización son únicas en el desempeño de alcanzar una máxima ruptura y dispersión. Existe un vasto rango de válvulas de homogeneización para alcanzar los requerimientos de presiones y caudales dependiendo además de las propiedades de los fluidos a tratar.

Para lisis de células biológicas (bacteria, levaduras, algas o plantas), las células pueden ser rotas eficientemente con un golpe de presión con el fin de recolectar el material intracelular reduciendo, de esta manera, drásticamente los costos y tiempos de producción.

Existen muchas ventajas para elegir este proceso por sobre la lisis química o la tecnología de colisión hidráulica. Donde la lisis química requiere costosos pasos adicionales de purificación y recuperación del producto deseado, estos equipos no requieren de pasos adicionales y no hay agregado de compuestos ajenos al sistema, logrando recuperaciones superiores al 90% en una sola pasada en unidades industriales de ruptura de células. En contrapartida a los equipos de

colisión hidráulica, los homogeneizadores son perfectamente escalables, desde unidades piloto o de laboratorio hasta equipos de plena producción industrial, replicando consistentemente los resultados de proceso. Son equipos relativamente económicos y fáciles de operar a gran escala



Gráfica 4.9. Homogeneizador de alta presión

#### 4.2.5. Centrifugación

La centrifugación es una operación utilizada a fin de separar sólidos contenidos en una corriente líquida o separar dos líquidos que son inmiscibles entre sí. El fundamento de la centrifugación es aumentar las fuerzas ejercidas por un campo centrífugo para obtener una separación factible o más veloz y efectiva que la que se obtendría con el campo gravitatorio. (*Geankoplis, C. Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias. 3er edición. Pearson*)

Existen diversos tipos de centrífugas diseñadas para cubrir necesidades específicas en el marco de una producción continua. Se citan a continuación algunos tipos usados frecuentemente.

4.2.5.1. Centrifuga de copa tubular. Recipiente cilíndrico alto y estrecho, de hasta 6 in, que gira dentro de una carcasa fija que lo contiene. Desarrolla fuerzas centrífugas del orden de 13000 veces a fuerza de gravedad, pero se construye para bajas capacidades en el intervalo de 0,2 y 2 m<sup>3</sup>/h. Dado que no tiene un sistema automático de eliminación de sólidos, solo pueden manejar pequeñas concentraciones de estos.

4.2.5.2. Centrifuga de disco. Usualmente es un recipiente bajo y ancho de fondo plano y cabezal cónico con una serie de discos dispuestos en posiciones específicas dentro del cuerpo de la centrifuga. Dichos conos aumentan los esfuerzos cortantes producidos entre fases líquidas rompiendo eficazmente emulsiones. Son utilizadas preferentemente cuando la alimentación no contiene cantidad apreciables de sólidos, de lo contrario debe pararse la operación frecuentemente para su limpieza y mantenimiento.

4.2.5.3. Centrifuga de disco con boquillas de descarga. Presenta un diseño similar a la centrifuga de disco, sin embargo, están adaptadas para trabajar con sólidos ya que poseen una boquilla de descarga lateral que se abre en intervalos para su eliminación. Pueden manejar hasta 20 m<sup>3</sup> por hora.

4.2.5.4. Centrifuga separadora de lodos. Consta de una cinta helicoidal con eje horizontal diseñada para tratar flujos de alimentación con cantidades de sólidos tales que forman una suspensión espesa. Si hubiera sólidos de gran tamaño la cinta también funciona como un clasificador. Existen empresas especializadas en el desarrollo de centrifugas capaces de separar dos líquidos inmiscibles de sólidos en suspensión.

#### 4.2.6. Secado

Debido a la gran variedad de materiales que se secan y a los muchos tipos de equipos que se utilizan, no existe una sola teoría de secado que comprenda todos los materiales y tipos de secadores. Las variaciones posibles en forma y tamaño de los materiales, de la humedad de equilibrio, de los mecanismos del flujo de humedad a través del sólido, así como en el mecanismo de transmisión de calor que se requiere para la vaporización, impiden que se pueda hacer un tratamiento unificado. Son conocidos, sin embargo, los fundamentos generales, que se utilizan en forma semicuantitativa. Los secaderos rara vez se diseñan por los usuarios, sino que se adquieren a compañías especializadas en la ingeniería y fabricación de este tipo de equipos.

Existen dos grandes grupos de secaderos. El primero comprende secaderos para sólidos granulares o rígidos y pastas semisólidas; el segundo grupo se refiere a secaderos que pueden aceptar alimentaciones líquidas o suspensiones.

##### 4.2.6.1. Secaderos para sólidos y pastas

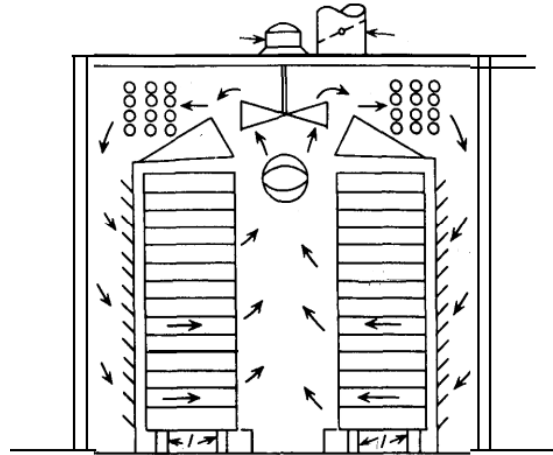
Los secaderos típicos de sólidos y pastas comprenden secaderos de bandejas y de tamices transportadores, para materiales que no se pueden agitar, así como secaderos de torre, rotatorios, de tornillo sin fin, de lecho fluidizado y flash, para materiales que se pueden agitar.

##### 4.2.6.1.1. Secaderos de bandejas.

Un secadero típico de bandejas consistente en una cámara rectangular de chapa metálica que contiene carretes para soportar los bastidores. Cada bastidor lleva numerosas bandejas poco profundas, que se cargan con el material a secar. Entre las bandejas se hace circular aire con una velocidad de 7 a 15 pies/s por medio de un ventilador, pasando sobre los calentadores..

Los secaderos de bandejas resultan convenientes cuando la capacidad de producción es pequeña. Prácticamente pueden secar cualquier producto, pero la mano de obra necesaria para la carga y descarga da lugar a costes de operación elevados. Frecuentemente se utilizan en el

secado de materiales valiosos tales como colorantes y productos farmacéuticos. El secado por circulación de aire sobre capas estacionarias de sólidos es lento y, por consiguiente, los ciclos de secado son largos: de 4 a 48 horas por carga. Ocasionalmente se utiliza el secado con circulación transversal, pero esto es poco frecuente ya que no es necesario ni económico en secaderos discontinuos, debido a que el acortamiento del ciclo de secado no reduce la mano de obra necesaria para cada carga. Sin embargo, el ahorro de energía puede ser significativo.

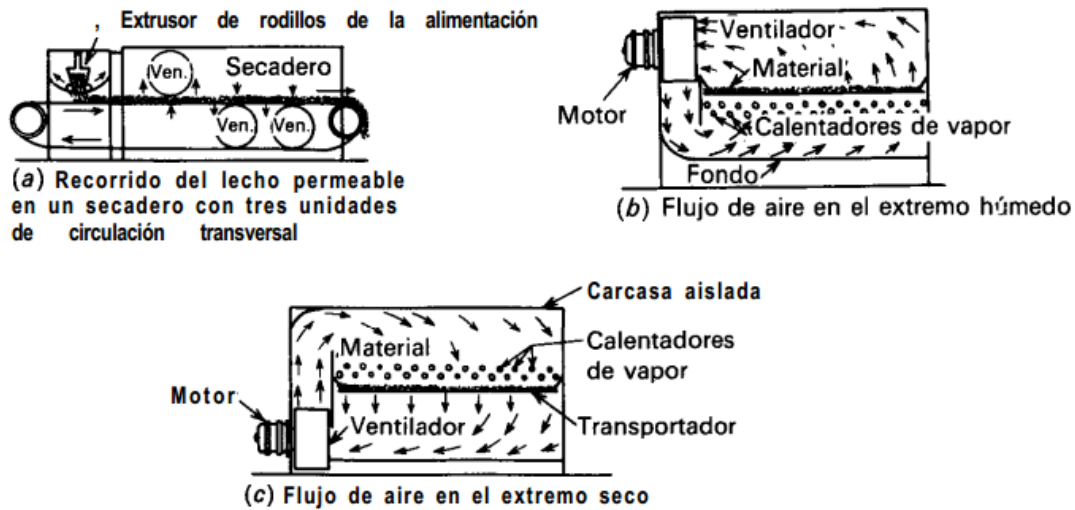


Gráfica 4.10. Secadero de Bandejas

#### 4.2.6.1.2. Secaderos de tamices transportadores.

Un secadero típico de tamiz transportador con circulación transversal se representa en la Gráfica 4.11. Una capa de 1 a 6 pulg de espesor del material que se ha de secar es transportada lentamente sobre un tamiz metálico que se mueve a través de una larga cámara o túnel de secado. En el extremo de entrada del secadero el aire generalmente pasa hacia arriba a través del tamiz y de los sólidos, mientras que cerca del extremo de descarga, donde el material está seco y puede desprender polvo, el aire circula hacia abajo a través del tamiz. La temperatura y la humedad del aire pueden ser diferentes en distintas secciones con el fin de alcanzar las condiciones óptimas de secado en cada punto.

Los secaderos de tamiz transportador operan de forma continua con una gran variedad de sólidos; su costo es razonable y el consumo de vapor de agua es bajo, siendo aproximadamente 0,91 Kg de vapor alimentado por Kg de agua evaporada.



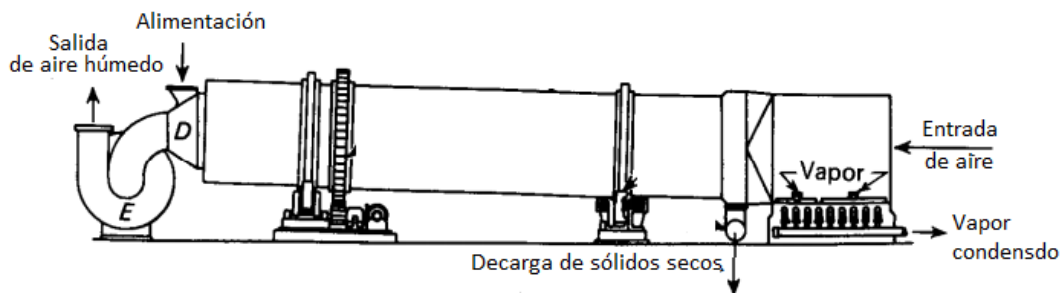
Gráfica 4.11. Secadero de tamiz transportador con circulación transversal

#### 4.2.6.1.3. Secaderos de torre.

Un secadero de torre contiene una serie de bandejas dispuestas unas encima de otras sobre un eje central rotatorio. La alimentación de sólidos se introduce sobre la bandeja superior y está expuesta a una corriente de aire o gas caliente que pasa sobre la bandeja. El sólido es después descargado promedio de una rasqueta y pasa a la bandeja inmediatamente inferior. De esta forma va circulando a través del secadero, descargando el producto seco por el fondo de la torre. Los flujos de gas y de sólido pueden ser en corrientes paralelas o en contracorriente.

#### 4.2.6.1.4. Secaderos rotatorios.

Un secadero rotatorio consiste en una carcasa cilíndrica giratoria, dispuesta horizontal o ligeramente inclinada hacia la salida. Al girar la carcasa, unas pestañas levantan los sólidos para caer después en forma de lluvia a través del interior de la carcasa. La alimentación entra por un extremo del cilindro y el producto seco descarga por el otro. Los secaderos rotatorios se calientan por contacto directo del gas con los sólidos, por gas caliente que pasa a través de un encamisado externo, o por medio de vapor de agua que condensa en un conjunto de tubos instalados sobre la superficie interior de la carcasa.



Gráfica 4.12. Secadero rotatorio

### 4.3. CÁLCULO, DISEÑO Y ADOPCIÓN DE EQUIPOS

#### 4.3.1. Cálculo y/o adopción de equipos principales

##### 4.3.1.1. Evaporador Flash

Se utilizará un evaporador de película descendente, ya que es ideal para productos de elevada viscosidad construido de acero al carbono.

La alimentación consta principalmente de glicerina, agua y metanol, pero las únicas corrientes que sufren una transformación son las corrientes de agua y metanol. La glicerina que ingresa tiene una concentración aproximadamente de 0,8% de metanol y 11,9% de agua y 87,3% de glicerol. Si tomamos una base de 100 Kg de glicerina, tenemos 87,3 Kg de Glicerol, 11,2 kg de agua y 0,8 Kg de metanol.

##### 4.3.1.1.1. Cálculo de concentraciones de salida

- Balance de Masa Global

$$F = V + L$$

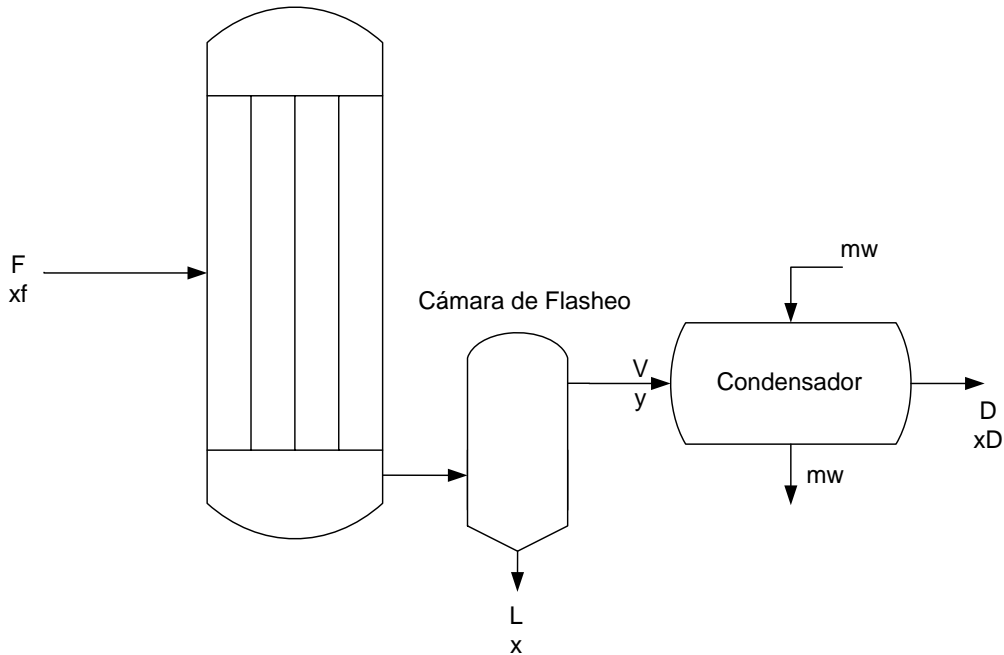
- Balance de Masa Particular

$$F \cdot x_f = V \cdot y + L \cdot x$$

Se estima que el 90% del metanol de entrada sale en el condensado, y que el 10% de la corriente de alimentación más volátil (agua + metanol) sale en la corriente liviana.

$$x_f = \frac{0,8 \text{ Kg de Metanol}}{100 \text{ Kg de Sción}} = 0,008 \frac{\text{Kg Met}}{\text{Kg Sción}}$$

$$V = 0,1 \cdot F = 0,1 \cdot 12,7 \text{Kg} = 1,27 \text{Kg}$$



Gráfica 4.13. Esquema de equipo de evaporación

$$V \cdot y = 0,9 \cdot x_f \cdot F = 0,9 \cdot 0,008 \frac{\text{Kg Met}}{\text{Kg Sción}} \cdot 100 \text{ Kg Sción} = 0,72 \text{ Kg Met}$$

$$y = \frac{0,72 \text{ Kg de Metanol}}{1,27 \text{ Kg de Sción}} = 0,56 \frac{\text{Kg Met}}{\text{Kg Sción}}$$

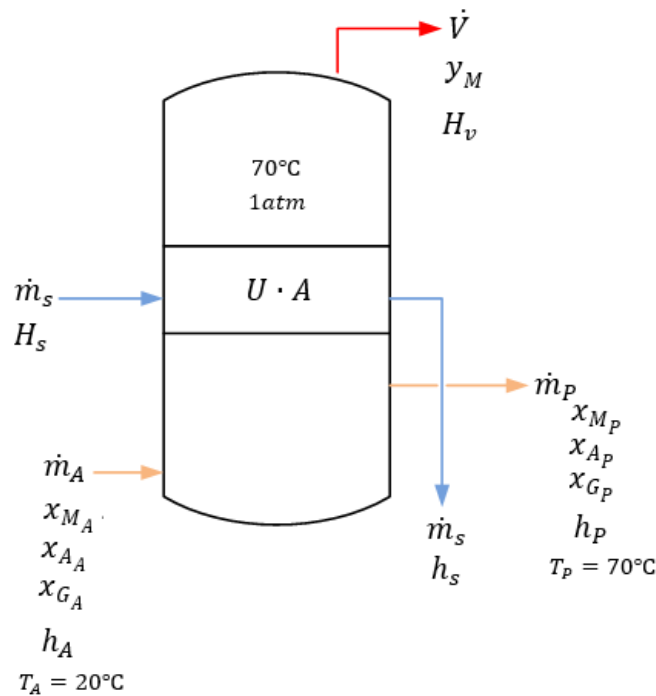
$$L = F - V = (100 - 1,27) \text{ Kg Sción} = 98,73 \text{ Kg Sción}$$

$$F \cdot x_f = V \cdot y + L \cdot x \Rightarrow x = \frac{F \cdot x_f - V \cdot y}{L} = 0,0009 \frac{\text{Kg Met}}{\text{Kg Sción}}$$

#### 4.3.1.1.2. Cálculo de área

La glicerina que se va a utilizar se recibe una vez a la semana y se trata en el evaporador. Luego, se almacena en un tanque de materia prima libre de metanol hasta el momento de su utilización.

El evaporador está construido íntegramente de acero al carbono y tiene una capacidad promedio de 1200 L/h.



Gráfica 4.14. Esquema de las corrientes del equipo de evaporación

*Balace de Energía en el Evaporador:*

$$\dot{m}_s \cdot H_s + \dot{m}_A \cdot h_A = \dot{m}_p \cdot h_p + \dot{m}_s \cdot h_s + V \cdot H_v$$

$$\dot{m}_s \cdot H_s - \dot{m}_s \cdot h_s = \dot{m}_p \cdot h_p + V \cdot H_v - \dot{m}_A \cdot h_A$$

$$\dot{m}_s \cdot (H_s - h_s) = \dot{m}_p \cdot h_p + V \cdot H_v - \dot{m}_A \cdot h_A$$

*Masa de Vapor vivo requerido*

$$\dot{m}_s = \frac{\dot{m}_p \cdot h_p + V \cdot H_v - \dot{m}_A \cdot h_A}{(H_s - h_s)}$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_s \cdot (H_s - h_s)$$

$$\dot{Q} = U \cdot A \cdot \Delta T \Rightarrow A = \frac{\dot{Q}}{U \cdot \Delta T}$$

	Concentración %			Entalpía (KJ/Kg)	Flujo Másico (Kg/s)
	Glicerol	Metanol	Agua		
<b>Alimentación</b>	87,3	0,8	11,9	76,41	0,35
<b>Producto</b>	88	0,065	11,94	185,55	0,32
<b>Vapor</b>	-	56	44	1209,19	0,02
<b>Vapor Vivo</b>	-	-	-	2707,38	0,03
<b>Vapor condensado</b>	-	-	-	508,04	0,03

Tabla 4.8. Cálculo de Flujos másicos en el Evaporador

<b>Q (KW)</b>	<b>61,32</b>
<b>T Vapor (°C)</b>	121
<b>T Salida (°C)</b>	70
<b>U (W/m<sup>2</sup>°C)</b>	243
<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	4,95

Tabla 4.9. Cálculo de área de intercambio en el evaporador

#### 4.3.1.1.3. Número de tubos en el evaporador

Se adoptan tubos de 3 metros de largo y 50 mm de diámetro. Los tubos son de cobre-niquel. Por lo tanto, el número de tubos que se necesitan son:

$$A = N_t \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \cdot l \Rightarrow N_t = \frac{A}{2 \cdot \pi \cdot 0,05m \cdot 3m} \cong 5 \text{ tubos}$$

#### 4.3.1.1.4. Diámetro de la carcasa

<b>Diámetro de tubos (m)</b>	<b>0,05</b>
<b>Largo de Tubos (m)</b>	1,5
<b>Numero de tubos</b>	11
<b>Diámetro de Carcasa (m)</b>	0,21
<b>Velocidad de Vapor (m/s)</b>	10
<b>Volumen especifico (m<sup>3</sup>/kg)</b>	0,8284
<b>Caudal de vapor (m<sup>3</sup>/s)</b>	0,0231
<b>A m<sup>2</sup></b>	0,0023

#### 4.3.1.1.5. Cálculo de agua del condensador

Se utilizará un condensador barométrico, el cual enfriará la corriente de salida de vapor desde 70°C hasta temperatura ambiente (30°C aproximadamente). El agua de entrada del condensador esta a 10°C y sale a 35°C.

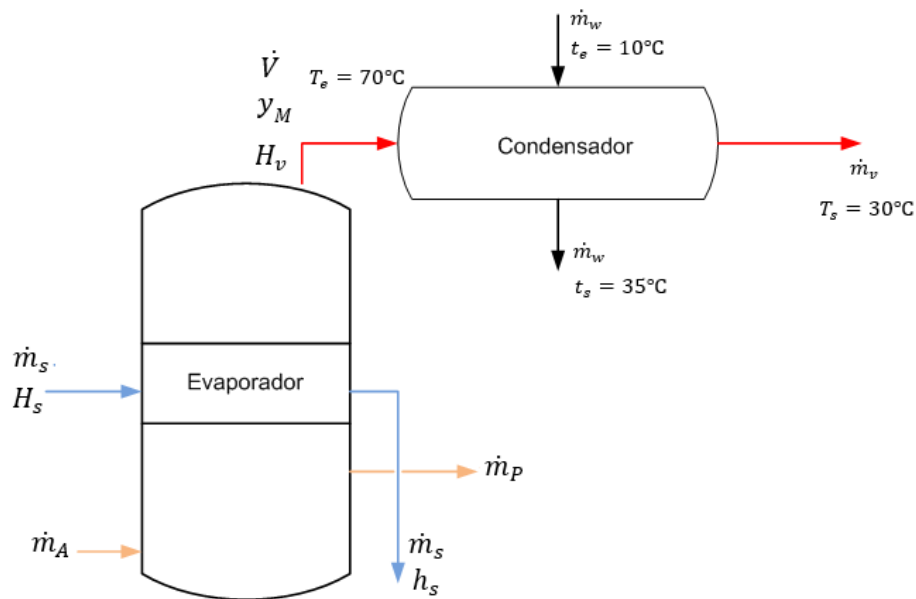


Gráfico 4.15. Esquema equipo de evaporación con condensador

$$|\dot{Q}_{ced}| = \dot{m}_v \cdot (H_e - h_s)$$

$$\dot{Q}_{abs} = \dot{m}_w \cdot c_{p_w} \cdot \Delta T$$

$$|\dot{Q}_{ced}| = \dot{Q}_{abs} \Rightarrow \dot{m}_w = \frac{\dot{Q}}{c_{p_w} \cdot \Delta T}$$

Flujo de Vapor Kg/s	0,02
Flujo de Agua Kg/s	0,24
Flujo de Agua m3/h	0,88
Q (KW)	25,43
T agua entrada °C	10
T agua salida °C	35

Tabla 4.15. Cálculo de flujo de agua de refrigeración

#### 4.3.1.2. Fermentador

Para la etapa de fermentación se requieren dos equipos. El primero llamado Starter es en el que se inoculan los microorganismos en un volumen determinado de sustrato luego del repique en el laboratorio. El segundo es el fermentador principal, en el que se prepara el sustrato, se esteriliza el equipo y el medio, y previo al inóculo se enfría el sistema.

El sistema es de tipo batch y el proceso dura en promedio 12 horas.

##### 4.3.1.2.1. Starter

El starter es utilizado para el pasaje del inóculo de escala laboratorio a escala industrial. Es un recipiente cilíndrico de acero inoxidable AISI 316 de 690 litros de capacidad con agitador estándar

y 4 placas deflectoras. El equipo cuenta con camisa refrigerante y con un airedor tipo difusor de membrana de discos.

#### 4.3.1.2.1.1. Cálculo de las dimensiones del tanque

Se requiere un equipo iniciador o starter para inoculación de los microorganismos de 690 litros de capacidad. Considerando una relación altura del líquido (H)/Diámetro (Dt) = 1, el diámetro del tanque se obtiene con la fórmula a continuación. Además, se calcula la altura del equipo tomando una altura un 20% mayor a la del líquido:

$$D_t = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_t}{\pi}}$$

<b>Vol. (m<sup>3</sup>)</b>	0,69
<b>Dt (m)</b>	0,958
<b>H</b>	0,958
<b>H+20% (m)</b>	1,1

Tabla 4.16 Tamaño del Starter

#### 4.3.1.2.1.2. Dimensiones del agitador estándar

Se elige una turbina estándar de 6 palas. Las medidas del agitador quedan definidas según las relaciones para turbinas estándar. Dichas relaciones son:

$$\frac{D_a}{D_t} = \frac{1}{3} \frac{H}{D_t} = 1 \quad \frac{J}{D_t} = \frac{1}{12}$$

$$\frac{W}{D_a} = \frac{1}{4} \frac{E}{D_a} = \frac{1}{3} \frac{L}{D_a} = \frac{1}{5}$$

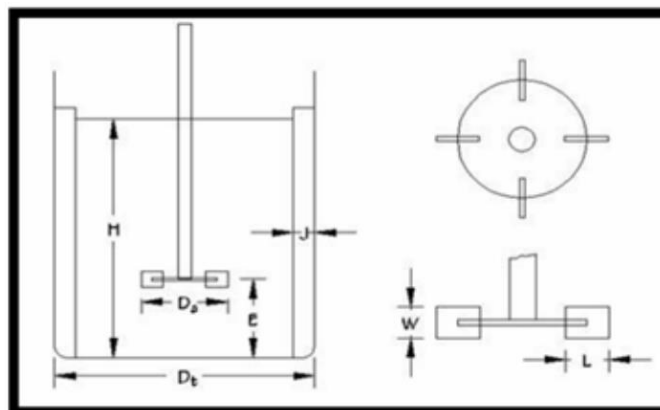


Gráfico 4.17. Relaciones de un agitador estándar

Medidas (m)	
<b>Da</b>	0,3

<b>E</b>	0,3
<b>W</b>	0,06
<b>J</b>	0,08
<b>L</b>	0,08

Tabla 4.17. Dimensiones del Agitador

#### 4.3.1.2.1.3. Potencia del agitador

Para una velocidad de agitación de 125 rpm (aproximadamente 2 rps) y con los siguientes datos para el sustrato:

- Viscosidad  $\mu$ : 0,015 cP
- Densidad:  $\rho = 1064 \text{ kg/m}^3$

Se obtiene un Reynolds de:

$$N_{Re} = \frac{D_a^2 \cdot n \cdot \rho}{\mu} = 1,51 \cdot 10^7$$

Del gráfico que relaciona el NRe con el número de potencia,  $N_p$ , para una turbina, se obtiene un  $N_p = 6$ , con el que se calcula la potencia:

$$P = N_p \cdot \rho \cdot D_a^5 \cdot n^3 = 191,6 \text{ W}$$

#### 4.3.1.2.1.4. Cálculo del espesor

Para el cálculo del espesor se tienen los siguientes datos:

- Tensión admisible del acero inoxidable AISI 316:  $\sigma_{adm} = 1628 \text{ kg/cm}^2$
- Presión de trabajo:  $P = 1 \text{ atm} = 1 \text{ kg/cm}^2$
- Eficiencia de la soldadura adoptada:  $E = 0,85$
- Sobreespesor adoptado:  $C = 3 \text{ mm}$

$$e = \frac{P \cdot D_t}{2 \cdot \sigma_{adm} \cdot E - 1} + C = 3,35 \text{ mm}$$

#### 4.3.1.2.1.5. Características de la camisa refrigerante

La temperatura óptima a la que trabajan los microorganismos es alrededor de los 37°C. Se controla la temperatura del equipo con una camisa refrigerante que operará por control automático bombeando agua a 10°C cuando la temperatura dentro del fermentador supere los 38°C y concluirá su operación cuando el sustrato llegue a la temperatura especificada.

#### 4.3.1.2.1.6. Croquis

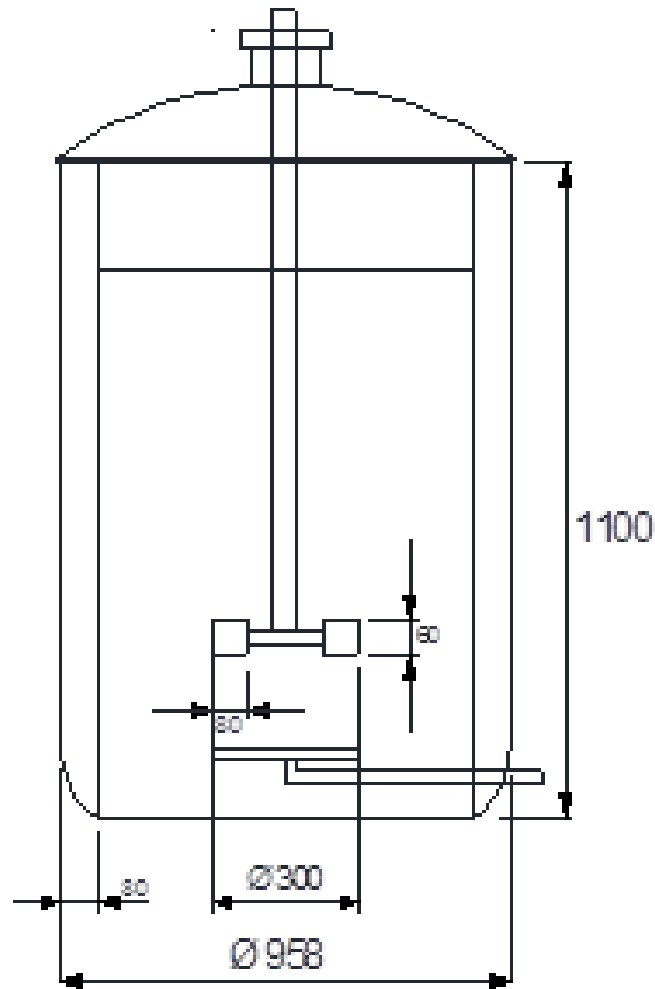


Grafico 4.18 Croquis Starter

#### 4.3.1.2.2. Biorreactor

El fermentador es un recipiente cilíndrico de acero inoxidable AISI 316 de 19000 litros de capacidad con agitador estándar y 4 placas deflectoras. El equipo cuenta con camisa para el enfriamiento del para mantener la mezcla en 37°C aproximadamente.

##### 4.3.1.2.2.1. Cálculo de las dimensiones del tanque

Se requiere dos equipos, cada uno con una capacidad de 19000 l. Considerando una relación altura del líquido (H)/Diámetro (Dt) = 1, el diámetro del tanque se obtiene con la fórmula a continuación:

$$D_t = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_t}{\pi}}$$

Además, se calcula la altura del equipo tomando una altura un 20% mayor a la del líquido:

<b>Vol m<sup>3</sup></b>	19
<b>Dt (m)</b>	2,893
<b>H</b>	3,471
<b>H+20% (m)</b>	4,2

Tabla 4.18 Tamaño del Biorreactor

#### 4.3.1.2.2.2. Dimensiones del agitador

Quedan definidas las medidas del agitador en base a las relaciones consideradas estándar tal como se muestra en la Gráfica 4.17.

<b>Medidas (m)</b>	
<b>Da</b>	1,0
<b>E</b>	1,0
<b>W</b>	0,19
<b>J</b>	0,24
<b>L</b>	0,24

Tabla 4.19 Dimensiones del agitador

#### 4.3.1.2.2.3. Potencia del agitador

Para una velocidad de agitación de 62,5 rpm (aproximadamente 1 rps) y con los siguientes datos para el sustrato:

- Viscosidad  $\mu$ : 0,015 cP
- Densidad:  $\rho = 1064 \text{ kg/m}^3$

Se obtiene un Reynolds de:

$$N_{Re} = \frac{D_a^2 \cdot n \cdot \rho}{\mu} = 1,37 \cdot 10^8$$

Del gráfico que relaciona el NRe con el número de potencia,  $N_p$ , para una turbina, se obtiene un  $N_p = 6$ , con el que se calcula la potencia:

$$P = N_p \cdot \rho \cdot D_a^5 \cdot n^3 = 6,9 \text{ KW}$$

#### 4.3.1.2.2.4. Cálculo del espesor

Para el cálculo del espesor se tienen los siguientes datos:

- Tensión admisible del acero inoxidable AISI 316:  $\sigma_{adm} = 1628 \text{ kg/cm}^2$
- Presión de trabajo:  $P = 1 \text{ atm} = 1 \text{ kg/cm}^2$
- Eficiencia de la soldadura adoptada:  $E = 0,85$
- Sobreespesor adoptado:  $C = 3 \text{ mm}$

$$e = \frac{P \cdot D_t}{2 \cdot \sigma_{adm} \cdot E - 1} + C = 4,04 \text{ mm}$$

#### 4.3.1.2.2.5. Características de la camisa refrigerante

Durante el proceso de fermentación se produce un aumento de la temperatura debido al calor generado por los microorganismos. Esta temperatura debe controlarse de manera que mantenga las condiciones óptimas para el buen desarrollo de las bacterias.

La temperatura óptima a la que trabajan los microorganismos es alrededor de los 37°C. Se controla la temperatura del equipo con una camisa refrigerante que operará por control automático bombeando agua a 10°C cuando la temperatura dentro del fermentador supere los 38°C y concluirá su operación cuando el sustrato llegue a la temperatura especificada.

Para el cálculo de la camisa de refrigeración se recurre a la ecuación de transferencia de calor de Fourier:  $Q = U \cdot A \cdot \overline{\Delta T}_L$

Q= calor transferido

U= coeficiente global de transferencia de calor

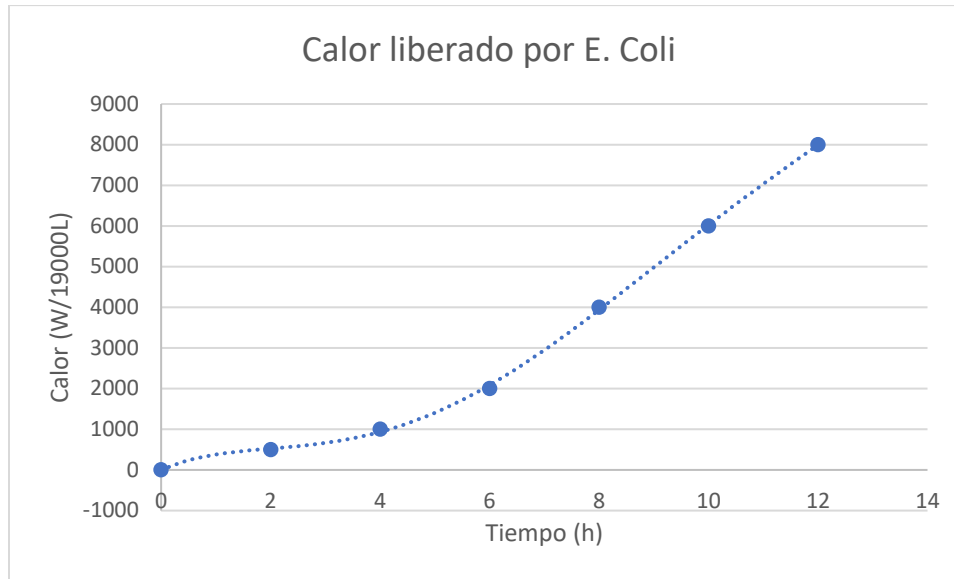
A= Area de intercambio

$\overline{\Delta T}_L$ = Diferencia de temperatura entre el fluido frío y el fluido caliente

Se estimó el valor del coeficiente global de transferencia de calor en base a la conductividad térmica de los líquidos y del acero utilizado para el bioreactor.  $U=2379,72\text{W/K}^\circ\text{C}$

La temperatura de salida del líquido refrigerante es de 15°C por lo tanto el valor de  $\overline{\Delta T}_L = 24,87^\circ\text{C}$

Para hallar la cantidad de calor que se genera durante la fermentación se utiliza una estimación de la cantidad de calor que generan los microorganismos utilizados durante todo el tiempo que dura esta operación. Para este caso, la relación de calor expresando en función de la cantidad de biomasa generada es 56,16 KJ/g bacteria formada. Por lo tanto la liberación de calor durante la fermentación se puede representar en la gráfica siguiente:



El flujo de calor máximo que se tiene es de 3500 de sustrato. Se asume que los efectos de la agitación y la solubilización de oxígeno aportan un 20% de calor al medio de cultivo.

$$\Rightarrow A = \frac{Q}{U \cdot \Delta T_L} = \frac{1,2 \cdot 3500W}{\frac{2379,72W}{K^{\circ}C} \cdot 24,87^{\circ}C} = 0,162m^2$$

$$A = \pi \cdot L \cdot h \Rightarrow L_{min} = \frac{A}{\pi \cdot h} = 0,01 m$$

El largo de la camisa necesario es reducido (1,48 cm). Como se recurre a encamisar la zona del fermentador donde existe fluido, a fin de evitar que se formen zonas calientes que afecten el crecimiento de las bacterias. Por lo tanto  $L=3,47m$

$$\Rightarrow A = \pi \cdot L \cdot h = 37,83m^2$$

El espesor de la camisa sera de 5 cm. La camisa se construye del mismo material que el reactor, por lo que el espesor de la chapa de acero inoxidable es el mismo que el calculado para el biorreactor.

#### 4.3.1.2.2.6. Esterilización del biorreactor

La esterilización tanto del medio como del biorreactor se llevará a cabo con vapor saturado. Consideramos que el medio de cultivo se encuentra inicialmente a la temperatura ambiente (25°C) el cual se llevara por medio de un calentamiento progresivo a la temperatura de esterilización (121°C).

Para estimar el cálculo se considera la destrucción de esporas de *B. subtilis* debido a que tiene una alta resistencia termimica al calor. Se considera que el medio contiene  $5 \times 10^{12}$  [bacterias/m<sup>3</sup>] y necesita ser reducido a los niveles estándar  $1 \times 10^{-3}$  [bacterias/m<sup>3</sup>]

Los parametros de destruccion para las esporas en general son:

Microorganismos	Temperatura °C	Cost. de decaimiento $K_d$ [seg]
<i>B. subtilis</i>	121	0,0051

La esterilizacion de microorganismos se puede caracterizar como una expresi3n de primer orden:

$$\frac{dN}{dt} = k_d \cdot N$$

N: N3mero de m.o en el tiempo

$k_d$  : Constante de decaimiento o muerte

La realaci3n de  $k_d$  con la temperatura es del tipo Arrherius

$$k_d = K_0 \cdot e^{\left(\frac{\Delta E_d}{RT}\right)}$$

Integrando la expresi3n cinetica entre  $t=0$  y  $t=t$

$$\ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = -k_d \cdot t$$

$N_0$ : numeros de microorganismos iniciales

N: numero de microorganismos finales

Entonces se define el factor "DEL"  $\nabla$

$$\nabla_{total} = \ln\left(\frac{N_0}{N}\right)$$

$$\nabla_{total} = \ln\left(\frac{N_0}{N}\right) = \ln\left(\frac{5 \times 10^{12} \cdot 19m^3}{1 \times 10^{-3}}\right) = 39,8$$

$$\nabla_{total} = \nabla_{calentamiento} + \nabla_{mantenimiento} + \nabla_{enfriamiento}$$

Calculo de tiempo de calentamiento

$$T = T_0 + \frac{(H \cdot m_s \cdot t)}{C_p \cdot (M + m_s \cdot t)} = 14,8 \text{ min}$$

$T_0$ = temperatura absoluta inicial del medio[k]

H= Calor latente de vaporizacion[kj/kg]

$m_s$ = Flujo masico de vapor[kg/h]

M=masa inicial de medio a esterilizar [kg]

$C_p$ =Calor especifico del medio [kj/kg K]

Calculo de tiempo de enfriamiento

$$T = T_{co} + (T_0 - T_{co}) \cdot e^{-\left[1 - e^{-\frac{U.A}{m_c \cdot c_p}}\right] \cdot \frac{m_c \cdot t}{M}}$$

La cantidad de vapor a incorporar en el medio se calcula por medio de un balance de energia en el biorreactor:

$$M \cdot C_p \cdot (T_e - T_0) = M \cdot (1 - X_v) \cdot C_p \cdot (T_e - T_0) + M \cdot X_v \cdot \lambda$$

$$M \cdot [(1 - X_v) \cdot C_p \cdot (T_e - T_0)] = M \cdot X_v \cdot \lambda$$

$$\frac{1 - X_v}{X_v} = \frac{M \cdot C_p \cdot (T_e - T_0)}{M \cdot X_v \cdot \lambda} = \frac{4,21 \frac{Kj}{Kg \cdot ^\circ C} \cdot (120 - 25)^\circ C}{2201,9 \frac{Kj}{Kg}} = 0,1816$$

$$X_v = \frac{0,1816}{1 + 0,1816} = 0,1536$$

La cantidad de vapor a aportar sera de :

$$M_v = X_v \cdot M = 98,7Kg \cdot 0,1536 = 15,169 kg$$

La masa inicial de medio de cultivo a igresar en el biorreactor es

$$M = 97,7kg - 15,169 kg = 81,98 kg$$

#### 4.3.1.2.2.6.1. Perfiles de temperatura

Como el calentamiento es con vapor directo se utiliza la siguiente ecuación hipervolica para un calentamiento batch:

$$T = T_0 + \frac{(H \cdot m_s \cdot t)}{C_p \cdot (M + m_s \cdot t)}$$

$T_0$ = temperatura absoluta inicial del medio[k]

H= Calor latente de vaporizacion[kj/kg]

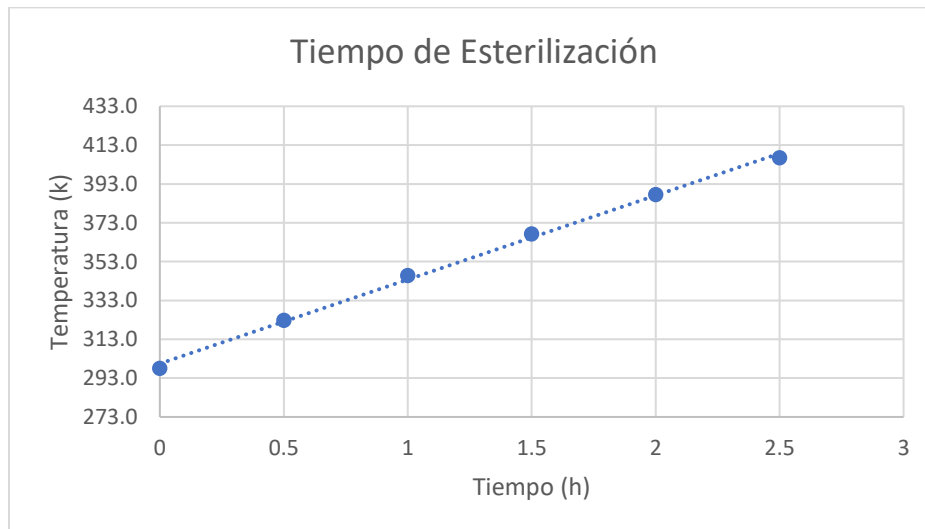
$m_s$  = Flujo masico de vapor [kg/h]

$M$  = masa inicial de medio a esterilizar [kg]

$C_p$  = Calor especifico del medio [kJ/kg K]

Calor suministrado por la caldera operando a 85% : 2370,06kJ/h

Por lo tanto el perfil de calentamiento dentro del reactor es:



Dentro del reactor la temperatura alcanza los 394 K (121°) a las 2,1 horas de calentamiento.

#### 4.3.1.2.2.7. Enfriamiento del sustrato

Para el enfriamiento del Batch hasta la temperatura de fermentación, utilizando agua de enfriamiento a través de la camisa de refrigeración, el perfil de temperatura en el tiempo está dado por la siguiente ecuación:

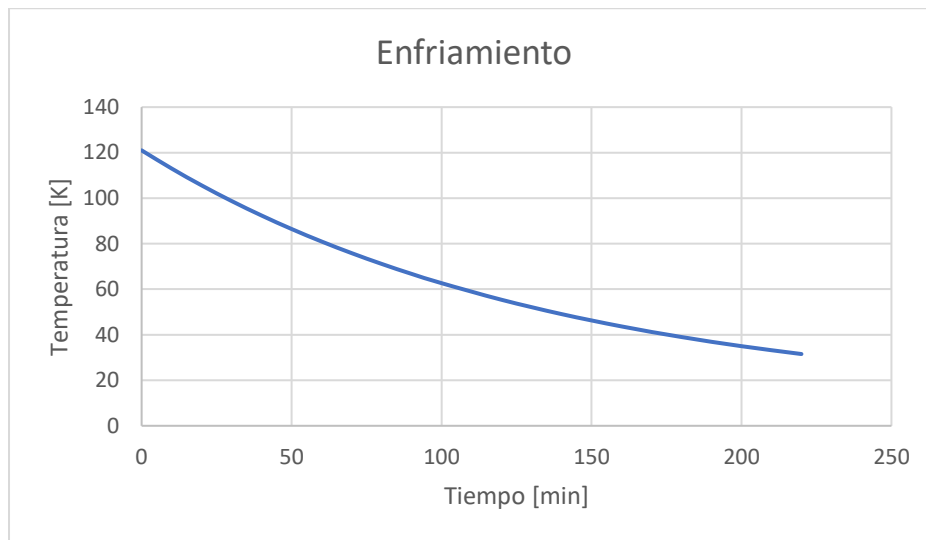
$$T = T_{co} + (T_0 - T_{co}) \cdot e^{-\left[1 - e^{-\frac{U \cdot A}{m_c \cdot c_p}}\right] \cdot \frac{m_c \cdot t}{M}}$$

Se adopta una velocidad de circulación de 2m/s para un caudal de 10 m<sup>3</sup>/h, por lo que se obtiene un diámetro de cañería de

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot u}} = 0,042 \text{ m}$$

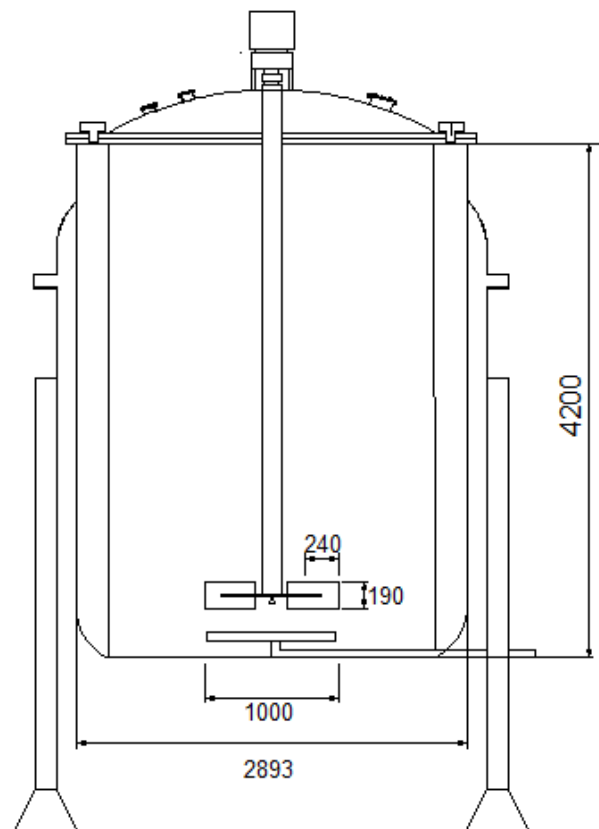
Para tuberías de acero galvanizado, el diámetro nominal corresponde a tuberías de 2", con un diámetro interior de 0,052 m, por lo tanto la nueva velocidad de flujo es:

$$u = \frac{Q}{A} = 1,3 \frac{m}{s}$$



Por lo tanto el tiempo necesario para enfriar la masa total en el fermentador durante la capacidad máxima de la planta es de 200 minutos.

#### 4.3.1.2.2.8. Croquis



Gráfica 4.19. Croquis Biorreactor

#### 4.3.1.3. Sistema de ruptura de membrana celular

Para la ruptura de la membrana celular se eligió un sistema con las siguientes características

- Marca: GEA
- Modelo: Ariete NS3110
- Consta de un bloque de compresión que permite bombear el producto a alta presión y una válvula de homogeneización
- Capacidad máx.: 3400l/h de alimentación.
- Potencia consumida: 30 kW



Imagen 4.1 Homoginizador GEA

#### 4.3.1.4. Centrífuga

- Marca: FLOTTWEG
- Modelo SORTICANTER®
- Consta de un tambor cónico cilíndrico, con un segundo cono interior al final de la parte cilíndrica y un tornillo sinfín ajustado en el contorno interior del tambor
- Capacidad máx.: 1500Kg/h
- Potencia consumida: 12 kW

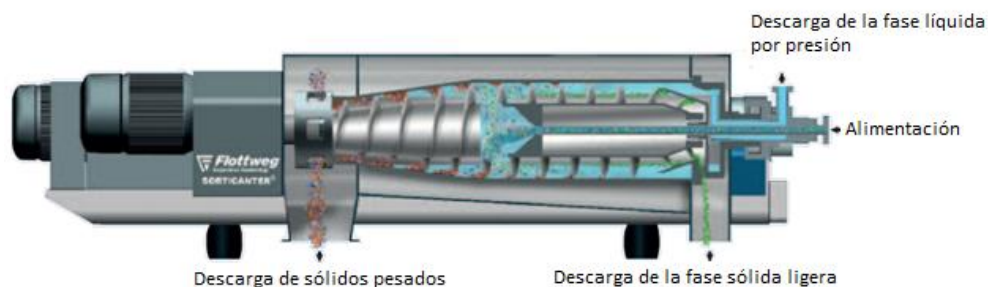


Imagen 4.2 Centrífuga FLOTTWEG

#### 4.3.1.5. Secado

- Marca: MAGUIRE
- Modelo: VBD-1000
- Capacidad máx.: 450 Kg/h
- Potencia consumida: 7,5 kW



Imagen 4.3 Secadero MAGUIRE

#### 4.3.1.6. Extrusor

Se selecciono un extrusor de tipo monotornillo con las siguientes características:

- Marca: BAUSANO
- Modelo: TMH 75-32
- Capacidad máxima: 720 Kg/h
- Potencia consumida: 86 KW

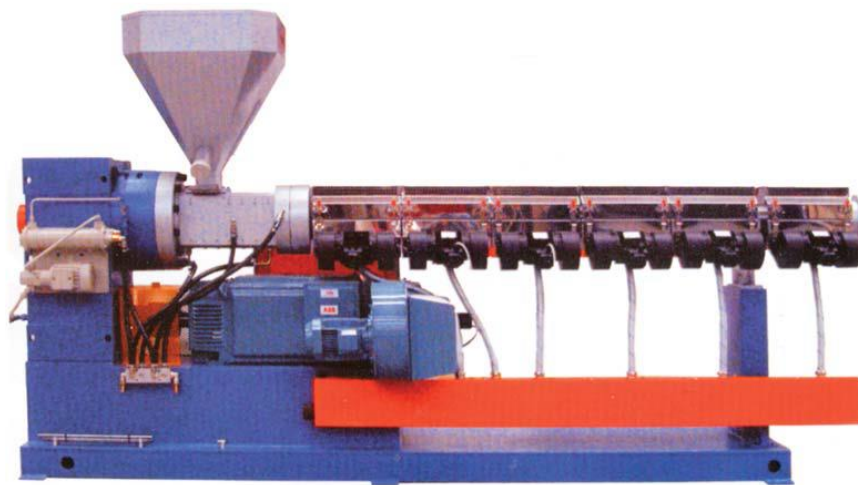


Imagen 4.4 Extrusor BAUSANO

#### 4.3.1.7. Peletizadora - Secadora

- Marca: ECON
- Modelo: EUP 400
- Tratamiento de agua y sistema de secado: EWT 350-4
- Capacidad máx.: 750 Kg/h
- Potencia consumida: 4,5kW



Imagen 4.5. Peletizadora ECON

#### 4.3.1.8. Envasadora

- Marca: LEABON
- Modelo DB-100A
- Se caracteriza por el flujo del producto por gravedad. Consta de un sistema de transporte integrado para las B.
- Capacidad máx.: 300 bags/h
- Potencia: 1,1 KW



Imagen 4.6. Envasadora LEABON

#### 4.3.2. Cálculo y/o adopción de equipos auxiliares

##### 4.3.2.1. Purificador de Aire

EL aire que se inyecta en el fermentador debe estar libre de contaminación. Se utilizan dos filtros consecutivos, el primero con filtro para retener partículas de hasta  $1\mu\text{m}$  y el segundo un filtro con lámpara UV para eliminar microorganismos patógenos que puedan contaminar el medio.

##### 4.3.2.2. Filtro de partícula de $1\mu\text{m}$

- Marca: TAUSEM
- Modelo: TAB 116
- Capacidad: 3320 l/min.

##### 4.3.2.3. Filtro UV

- Marca: UV-Technik Speziallampen GmbH
- Modelo: UV-C de baja presión
- Capacidad: 12000 h

##### 4.3.2.4. Purificador de Agua

El agua de producto que se va a utilizar en el proceso debe ser tratada para eliminar cloro y sales que pueda traer el agua de red. Para este fin se utiliza un equipo de ósmosis inversa, ya que brindan agua de excelente calidad para el uso requerido a bajo costo. Además, presentan resistencia al cloro contenido en el agua de red y eliminan las sales disueltas con hasta un 99,9% de efectividad.

- Marca: VEOLIA



- Modelo: 14-15000
- Capacidad: 15000 l/h
- Consumo: 15 KW

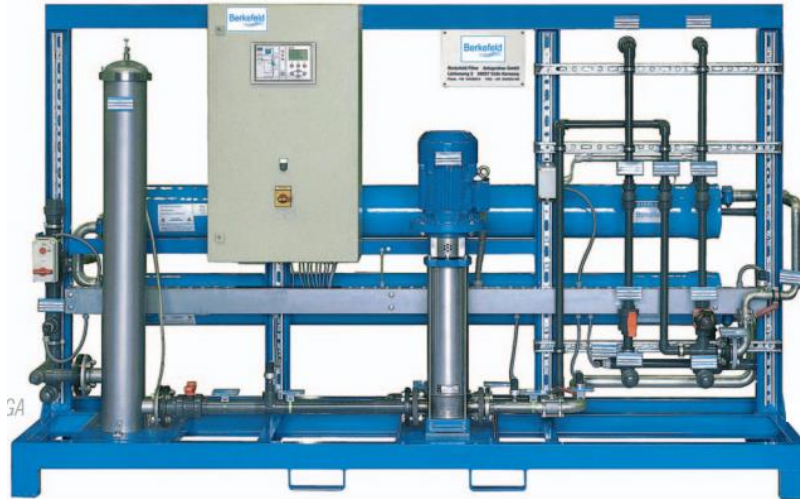


Imagen 4.7. Equipo de Osmosis Inversa VEOLIA

#### 4.3.2.5. Intercambiadores de calor

Se requiere un sistema de enfriamiento para bajar la temperatura de la suspensión celular antes de que ingrese al homogeneizador de alta presión. Este equipo consta de un intercambiador de casco y tubos y un banco de frío o chiller acoplado para acondicionar el líquido refrigerante y así lograr la temperatura deseada del producto a la salida.

Se utilizan tubos corrugados. La corrugación es una elaboración particular que se efectúa en el tubo liso para obtener una superficie interna capaz de crear una mayor turbulencia termo fluidodinámica en el movimiento del fluido, permitiendo optimizar la eficiencia del intercambio térmico en los intercambiadores de calor tubulares.

- Marca: APEMA
- Modelo: TST 60-4
- Material Carcasa: acero al carbono con costura longitudinal
- Material Tubos: Cobre - níquel
- Área de Intercambio: 0,68m<sup>2</sup>

#### 4.3.3. Cálculo y adopción de equipos para movimiento de fluidos y cañerías

##### 4.3.3.1. Cañerías

Para su selección, se requieren conocer el caudal que transportan,  $Q$  [m<sup>3</sup>], y la velocidad,  $u$  [m/s], del fluido que circula por ellas. Luego, el cálculo del diámetro se realiza según la siguiente expresión:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot u}}$$

Las velocidades se estiman con los datos que expresa la tabla siguiente

Fluido	Tipo de Flujo	Velocidad	
		ft/s	m/s
Líquidos poco viscosos	Flujo por gravedad	0.5 – 1	0.15 – 0.30
	Entrada de bomba	1 – 3	0.3 – 0.9
	Salida de bomba	4 – 10	1.2 – 3
	Línea de Conducción	4 – 8	1.2 – 2.4
Líquidos viscosos	Entrada de bomba	0.2 – 0.5	0.06 – 0.15
	Salida de bomba	0.5 – 2	0.15 – 0.6
Vapor de Agua		30 – 50	9 – 15
Aire o gas		30 – 100	9 – 30

*Velocidades recomendadas para fluidos en cañerías*

Las cañerías estarán señaladas con los colores establecidos para cañerías en sectores industriales, y se establecen a continuación en la tabla.

Fluido	Color de la cañería
Vapor de agua	Anaranjado
Agua condensada	Marrón
Combustible	Amarillo
Aire comprimido	Azul
Electricidad	Negro
Agua de Producto	Verde claro
Productos en proceso/terminados	Gris
Agua de Fábrica	Verde oscuro
Agua fría	Verde
Agua de incendio	Rojo

*Colores de cañerías*

Las cañerías seleccionadas son de acero al carbono, menos la que conecta el starter con el fermentador (P-12). La selección se realiza entonces calculando el diámetro necesario con la fórmula anterior y adoptando luego las cañerías que presenten un diámetro interno igual o mayor según catálogo para acero “Dimensiones, capacidades y pesos de tuberías normalizadas de acero” (normas ASNSI B36.10-1959”).

En las tablas siguientes se especifican las cañerías seleccionadas para el proceso y los servicios auxiliares.

N° Cañerías	Fluido transportado	Equipo vinculado	Q [m <sup>3</sup> /h]	Diámetro nominal [pulg]	Longitud [m]	Cedula
P-1	Glicerina 82%	Camión proveedor - bomba	1	2 1/2	2	40
P-2	Glicerina 82%	Bomba -tanque de MP	1	1 1/4	0,5	40
P-3	Glicerina 82%	Tanque de MP - bomba	1	2 1/2	1,5	40
P-4	Glicerina 82%	Bomba - evaporador	1	1 1/4	20,8	40
P-5	Glicerina 88,5%	Evaporador a Bomba	0,93	2	0,5	40
P-6	Vapor metanol-agua	Evaporador-Condensador	0,07	1/8	0,5	80
P-7	Condensado metano-agua	Condensador-bomba	0,07	1/4	0,5	40
P-8	Condensado metano-agua	Bomba-TK metanol	0,07	1/8	15,2	40
P-9	Glicerina 88,5%	Bomba-TK PI	0,93	1 1/4	11,9	40
P-10	Glicerina 88,5%	Bomba-Fermentador	13,8	5	4	40
P-11	Glicerina 88,5%	Bomba-TK Starter	13,8	5	0,8	40
P-12	Suspensión Bacteriana	Starter-Fermentador	13,8	5	1	40
P-13	Agua	Cisterna-Fermentador	20	3	7,5	40
P-14	Agua	Cisterna-TK Starter	20	3	10,5	40
P-15	Suspensión Bacteriana	Fermentador-Bomba	27	3 1/2	1,5	40
P-16	Suspensión Bacteriana	Bomba-Intercambiador 1	27	3	0,5	40
P-17	Suspensión Bacteriana	Intercambiador-Válvula de ruptura	2	1	5,3	40
P-18	Suspensión bacteriana	Válvula de ruptura-Bomba	2	3/4	0,5	40
P-19	Suspensión bacteriana	Bomba-Centrífuga	1,41	3/4	0,5	40

Tabla 4.20 Cañerías utilizadas en el proceso

Las cañerías de agua de los servicios auxiliares son de PVC, mientras que el resto de las cañerías para vapor y vapor condensado son de acero al carbono.

N° de cañería	Fluido transportado	Equipo vinculado	Q[m <sup>3</sup> /h]	Diámetro nominal [pulg]	Longitud [m]	Cedula
A-1	Vapor	Caldera- Evaporador	0,023	1/4	10,5	80
A-2	Vapor condensado	Evaporador - TK condesando	0,023	1/4	9,2	40
A-3	Agua	Chiller-Condensador	0,88	3/8	4	40

A-4	Vapor	Caldera-Fermentador	100	3	10,5	80
A-5	Agua	Chiller-Fermentador	10	2	2	40
A-6	Agua	Chiller-prefermentador	1	1	3	40
A-7	Agua	Chiller-Intercambiador 1	10	2	6,5	40

Tabla 4.21. Cañerías SAX

#### 4.3.4. Bombas

Para la selección de las bombas se requiere conocer la potencia necesaria, para esto, se realiza el cálculo según la ecuación de Bernoulli:

$$H_B = \frac{\Delta P}{\gamma} + \frac{\Delta u^2}{2 \cdot g} + \Delta z + h_f$$

Dónde:

- $H_B$  = altura de la bomba [m]
- $\Delta P$  = diferencia de presión [Pa]
- $\gamma$  = peso específico [ $N/m^3$ ]
- $\Delta u$  = diferencia de velocidades [m/s]
- $g$  = aceleración de la gravedad =  $9,8 \text{ m/s}^2$
- $\Delta Z$  = diferencia de altura [m]
- $h_f$  = pérdida de carga por tramos rectos y accesorios [m]

BOMB A	TRAMO DE TRABAJO	Marca	MODELO	VELOCIDAD (rpm)	Q ( $m^3/h$ )	H (m)	Pot (kW)
B-1	Camión proveedor a tanque de MP	Drotec	GP80-110	1500	1	2,50	5,5
B-2	Tanque MP a Evaporador	Drotec	GP80-110	1500	1	22,30	5,5
B-3	Evaporador - Tk MP libre metanol	Drotec	GP80-110	1500	0,93	12,41	5,5
B-4	Evaporador - TK metanol	AGP Bombas	MD 100	1100	0,07	15,76	0,74
B-5	TK Glicerina - Fermentador	Drotec	GP125-230-200M	1000	13,8	4,51	35
B-6	Starter - Fermentador	AGP Bombas	CMX-83T	1000	0,6	1,31	35
B-7	Cisterna - Fermentador	AGP Bombas	CX370/300	1500	20	7,85	3

<b>B-8</b>	Fermentador - Intercambiador	AGP Bombas	AUG 1250	1000	27	2,25	10
<b>B-9</b>	Homogeinizador - Centrifuga	AGP Bombas	AUG 550	1000	1,4	1,02	4

Tabla 4.22. Bombas

#### 4.3.5. Válvulas

En la tabla siguiente se especifican todas las válvulas requeridas para el funcionamiento de la planta, se indica el tipo de válvula, la corriente sobre la que están ubicadas y el caudal de dicha corriente.

Válvula	Tipo	Corriente	Caudal [m3/h]
V-1	Esclusa	P1	1
V-2	Esclusa	P2	1
V-3	Esclusa	P3	1
V-4	Esclusa	P4	1
V-5	Esclusa	P5	0,93
V-6	Globo	P6	0,07
V-7	Esclusa	P7	0,07
V-8	Esclusa	P8	0,07
V-9	Esclusa	P9	0,93
V-10	Globo	P9	0,93
V-11	Esclusa	P10	13,8
V-12	Esclusa	P11	13,8
V-13	Globo	P12	13,8
V-14	Esclusa	P13	20
V-15	Esclusa	P14	20
V-16	Globo	P13	20
V-17	Globo	P14	20
V-18	Esclusa	P15	27
V-19	Esclusa	P16	27
V-20	Esclusa	P17	2
V-21	Esclusa	P18	2
V-22	Esclusa	P19	1,4
V-23	Globo	P1	1

Tabla 4.23. Cañerías Válvulas

#### 4.3.6. Cálculo y adopción de equipos de transporte de sólidos

##### 4.3.6.1. Transporte de tornillos

El primer equipo de transporte de sólidos es de tornillos, se utiliza para conducir el barro de salida de la centrifuga al equipo de secado de pellets.

Características:

- Marca: WAM 40
- Modelo: TX Type 350
- Material: Acero inoxidable AISI 304
- Longitud: 151 mm.



Imagen 4.8. Transporte de tornillos WAM 40

#### 4.3.6.2. Transporte de tornillos

Utilizado para llevar el sólido a la salida del secador hasta el extrusor. Este equipo de transporte de sólido es ideal cuando no es importante la rotura del material a transportar. Consta de un cilindro con sección en forma de U o V, y un tornillo helicoidal con el eje paralelo al eje del cilindro. Un motor confiere movimiento al tornillo, produciéndose el transporte del sólido. Puede disponerse en forma inclinada, requerida para el proceso.

Se utiliza el mismo equipo que en la etapa anterior.

Características:

- Marca: WAM 40
- Modelo: TX Type 350
- Material: Acero inoxidable AISI 304
- Longitud: 151 mm.

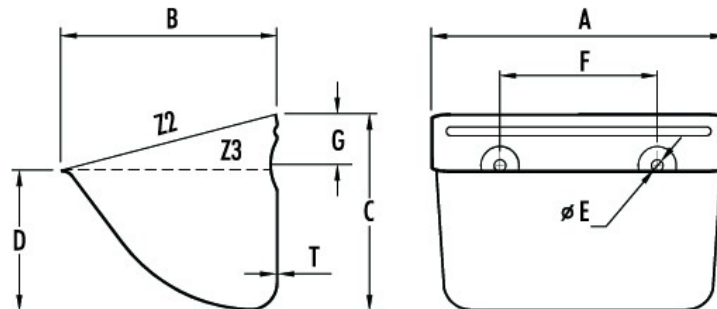
#### 4.3.6.3. Transporte de Cangilones

Utilizado para el transporte de los pellets hasta el silo de producto terminado.

Características

- Marca: 4B GROUP
- Modelo: J168

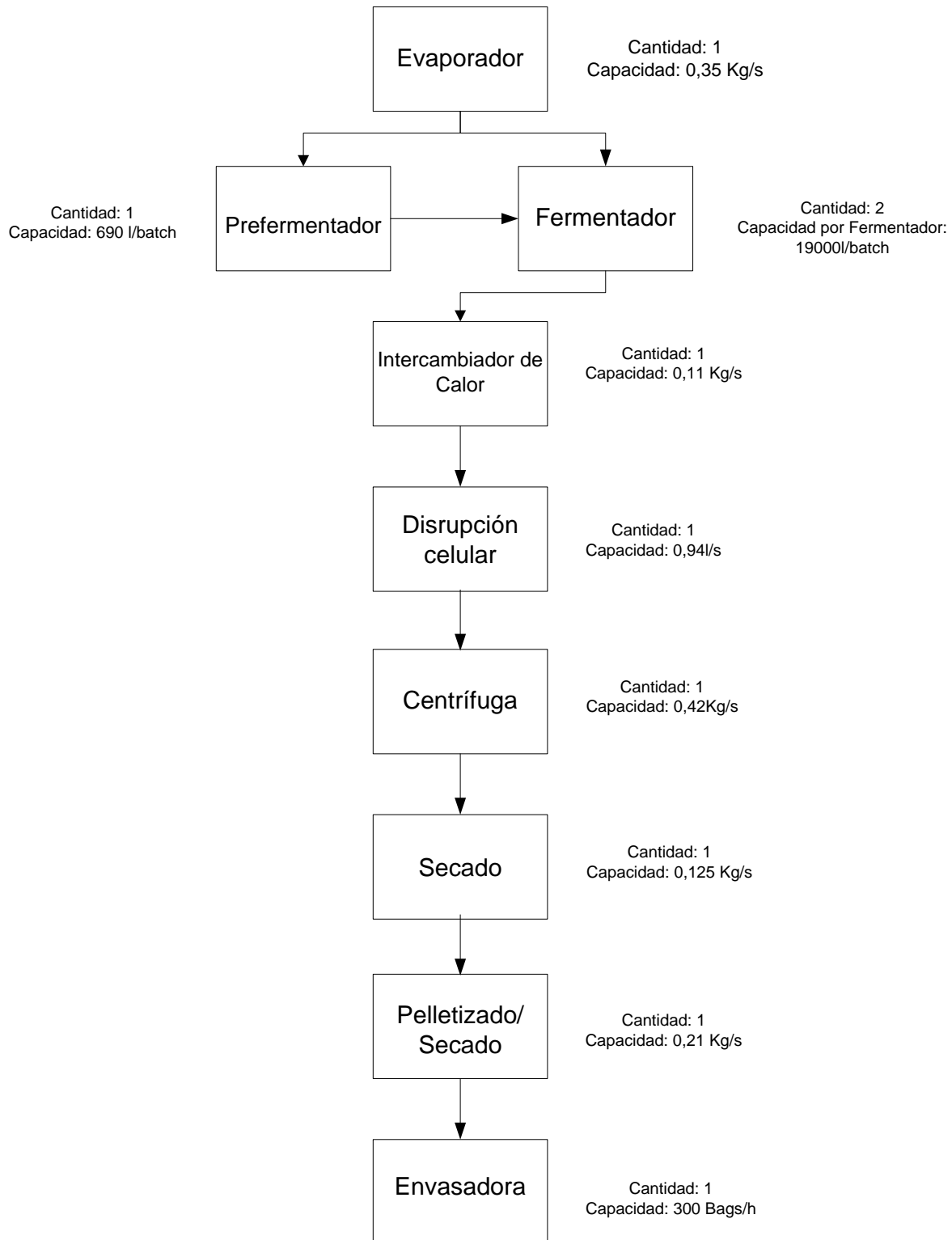
- Material: Acero
- Capacidad de PHB/cangilón= 12,9 Kg
- N° de Cangilones: 10



J Bucket	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	T (mm)	weight kg	capacity Z2 (total)	capacity Z3+10%	capacity Z3 (water)
J65	161	110	100	71	1.2	0.45	1	0.85	0.77
J75	190	138	121	76	1.5	0.69	1.74	1.36	1.24
J85	213	141	121	83	1.5	0.82	2.1	1.78	1.62
J95	235	137	120	76	1.5	1.02	2.57	1.8	1.63
J96	235	160	150	92	2	1.46	3.26	2.48	2.25
J106	262	160	150	92	2	1.66	3.87	2.87	2.61
J116	287	163	154	95	2	1.85	4.08	3.24	2.95
J126	313	160	150	92	2	2.03	4.34	3.44	3.13
J117	290	191	171	107	2	2.1	5.74	4.4	4
J127	316	191	171	107	2	2.24	6.06	4.77	4.34
J147	367	191	171	107	2	2.49	7.34	5.46	4.96
J167	417	191	171	107	2	2.83	8.39	6.24	5.67
J148	362	210	203	121	2	2.89	9	7	6.36
J168	413	210	203	121	2	3.4	10.32	8	7.26

#### 4.3.7. Balance de líneas de producción

En la figura a continuación se muestra el balance de líneas del proceso



#### 4.3.8. Instalaciones auxiliares

Los servicios auxiliares requeridos en la planta son:

- Agua
- Agua fría
- Vapor
- Combustible
- Energía eléctrica

##### 4.3.8.1. Provisión de agua

El agua se obtiene directamente de la red de agua potable del distribuidor de la ciudad Puerto General San Martín. Este servicio se utiliza para:

###### 4.3.8.1.1. Agua de Fábrica

- Consumo humano: la cantidad determina en función del número de personas en la industria, las imposiciones legales y recomendaciones vigentes. Según la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo se requieren 70 litros de agua por persona por día.
- Para enfriamiento: condensador del evaporador, tanque starter y fermentador.
- Para obtención de vapor: en la caldera.
- Limpieza: se considera que se utiliza un volumen igual al de la suma de los volúmenes de los equipos.

###### 4.3.8.1.2. Agua de Proceso

- Para las reacciones: se toma directamente de la red y se la somete a un proceso de ósmosis inversa para poder abastecer al proceso de fermentación de agua libre de cloro y de sales.

###### 4.3.8.1.3. Cisterna para almacenamiento de agua de fábrica

Se selecciona un tanque cisterna para proveer agua de red, tanto para la fábrica en general como para servicios auxiliares. Se opta por un tanque de la marca Tecno Tanques, capaz de almacenar agua y sustancias químicas; no se corroe y puede estar en exterior e interior.

Características:

- Marca: TECNO TANQUES
- Material: Polietileno
- Diámetro: 3 m
- Altura: 6m
- Capacidad: 40m<sup>3</sup>



Imagen 4.9. Cisterna Agua de Fábrica TECNO TANQUES

#### 4.3.8.1.4. Cisterna para almacenamiento de agua de proceso

Se opta por un tanque de la marca Tecno Tanques, capaz de almacenar agua y sustancias químicas; no se corroe y puede estar en exterior e interior.

Características:

- Marca: Tecno Tanques
- Material: Polietileno
- Diámetro: 3,24 m
- Altura: 3,23 m
- Capacidad: 22m<sup>3</sup>



Imagen 4.9. Cisterna Agua de Producto TECNO TANQUES

#### 4.3.8.1.5. Agua de enfriamiento

Se requiere agua fría en los siguientes equipos: intercambiador de calor de casco y tubos, starter, fermentador y condensadores.

Para llevar el agua de red a la temperatura de 3°C requerida para el enfriamiento se utiliza un equipo enfriador de agua o “chiller”. Este equipo tiene un sistema de refrigeración tal que puede

enfriar el agua hasta -25°C (con el agregado de anticongelantes para temperaturas menores a 0°C).

Características:

- Marca: FRIO 21
- Modelo: línea FB.
- Tamaño: 1m x 1,2m.
- Capacidad: 7 lts/s
- Potencia: 100.000 frigorías/h



Imagen 4.10. Chiller FRIO 21

#### 4.3.8.1.6. Provisión de vapor

Las necesidades de vapor del proceso corresponden principalmente a las etapas de esterilización del medio de cultivo y los equipos. Se debe conocer para la selección, el consumo normal de vapor,  $G_n$ . Para esto se deben tener en cuenta el máximo consumo de vapor,  $G_v$ , y el calor latente del vapor a la máxima presión de trabajo, 2 bar de presión absoluta, con la fórmula siguiente:

$$G_N = \frac{G_v \cdot \lambda_{121}}{h_{w100}} = \frac{1364,82 \text{Kg/h} \cdot 2200,39 \text{KJ/Kg}}{2679,04 \text{KJ/Kg}} = 1120,98 \text{Kg/h}$$

Entonces, los requerimientos de vapor en la planta son:

<b>Caudal de Vapor (<math>G_v</math>) [Kg/h]</b>	1364,8
<b>Caudal Normal de Vapor (<math>G_n</math>) [Kg/h]</b>	1121
<b>Presión de trabajo (<math>G_v</math>) [bar]</b>	2

Tabla 4.24. Requerimientos de vapor

Para tal fin, se utiliza una caldera Humotubular de tres pasos con llama de retorno FIMACO HL 3R modelo 80, cuyas características son:

- Marca: FIMACO

- Modelo: 80
- Capacidad térmica: 675 Kcal/h
- Tipo de Combustible: gasoil, gas natural y dual
- Presión de trabajo: hasta 8 bar.
- Rendimiento: 85%

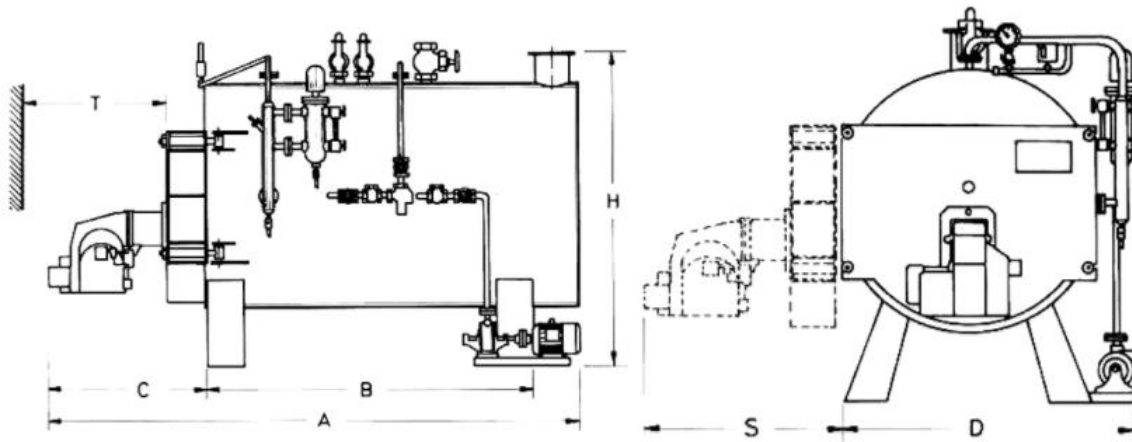


Imagen 4.11. Caldera FIMACO

MODELO	CAPACIDAD TÉRMICA	PRODUCCIÓN DE VAPOR	CONTENIDO AGUA (Litros)		PESO
	x 1000 cal/h	a y desde 100 °C Kg / h	Llena	Nivel Normal	(Toneladas)
15	121,5	225	500	250	1,2
20	162	300	500	260	1,35
25	202,5	375	700	530	1,8
30	243	450	775	575	1,9
35	283,5	525	1.140	855	2
40	324	600	1.240	900	2,1
45	378	700	1.200	930	2,35
60	486	900	1.740	1.320	3,15
70	594	1.100	1.800	1.340	3,35
80	675	1.250	2.400	1.730	3,8
90	756	1.400	2.550	1.830	4,2
115	918	1.700	3.500	2.350	5,9
135	1.080	2.000	3.500	2.400	6,15
165	1.350	2.500	4.300	2.500	7,6
200	1.620	3.000	4.300	2.500	8,4
235	1.890	3.500	5.400	4.050	9,1
270	2.160	4.000	5.650	4.100	9,85
300	2.430	4.500	6.840	5.100	10,7

MOD.	MEDIDAS (en milímetros)						
	A Largo total	B Distancia entre apoyos	C Adicional quemador	T Altura total	D Ancho caldera	S Adic. puerta abierta	Y Distancia libre sugerida hasta el muro (mínima)
15	2.300	1.300	850	1.300	1.100	900	1.100
20	2.350	1.350	850	1.300	1.100	900	1.100
25	2.720	1.550	970	1.400	1.200	1.020	1.400
30	2.870	1.750	970	1.400	1.200	1.020	1.400
35	2.950	1.800	970	1.550	1.400	1.020	1.400
40	3.070	1.900	970	1.550	1.400	1.020	1.700
45	3.215	2.000	970	1.550	1.400	1.020	1.700
60	3.400	2.050	1.100	1.720	1.580	1.150	2.150
70	3.800	2.250	1.100	1.720	1.580	1.150	2.150
80	3.900	2.400	1.100	1.830	1.750	1.150	2.150
90	4.200	2.600	1.150	1.830	1.750	1.200	2.350
115	4.300	2.700	1.150	2.050	1.950	1.200	2.500
135	4.400	2.750	1.150	2.050	1.950	1.200	2.500
165	4.450	2.715	1.150	2.250	2.150	1.200	2.500
200	4.850	3.000	1.200	2.250	2.150	1.200	2.700
235	5.050	3.250	1.200	2.350	2.250	1.250	2.900
270	5.050	3.100	1.250	2.450	2.400	1.250	2.900
300	5.050	3.100	1.300	2.550	2.500	1.300	3.000

#### 4.3.8.1.7. Agua de alimentación de la caldera

El cálculo del agua de alimentación y reposición se realiza mediante balances de masa.

##### 4.3.8.1.7.1. Determinación del caudal de alimentación:

$$\text{Balance general: } G_w = G_p + G_v$$

$$\text{Balance particular: } G_w \cdot x_w = G_p \cdot x_p + G_v \cdot x_p$$

$$G_w = \frac{G_v}{\left(1 - \frac{x_p}{x_w}\right)} = 1402,21 \text{ Kg/h}$$

Dónde:

Gw = agua de alimentación

Gp = agua de purga

Gv = consumo de vapor

xp y xw = concentración de sólidos

##### 4.3.8.1.7.2. Agua de reposición:

Se considera que en las líneas de vapor se tiene una pérdida del 10% en masa.

$$G_{vR} = G_w - 0,9 \cdot G_v = 173,87 \text{ Kg/h}$$

#### 4.3.8.1.8. Provisión de combustibles

La ciudad Puerto General San Martín, donde se emplaza la fábrica cuenta con servicio de gas natural.

Se calcula entonces el consumo de este combustible para obtener la cantidad de vapor

requerido a la presión de trabajo.

$$T_e = 25^\circ\text{C}$$

$$h_w = 104,65\text{KJ/Kg}$$

$$T_v = 121^\circ\text{C}$$

$$H_v = 2707,9\text{KJ/Kg}$$

$$H_i = 39900\text{KJ/Kg}$$

$$B = \frac{G_v(H_v - h_w)}{\eta \cdot H_i} = \frac{1364,8 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} (2707,9 - 104,65) \frac{\text{KJ}}{\text{kg}}}{0,85 \cdot 39900 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}} = 104,76 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$G_{comb} = \frac{B}{\rho} = \frac{104,76 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}}{0,71 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}} = 147,5 \text{m}^3/\text{h}$$

#### 4.3.9. Tratamiento de efluentes

Las corrientes de efluentes y residuos se numeran en la Tabla 4. 22 Corrientes de residuos y efluentes

N° corriente	Efluente o residuo	Equipo vinculado
<b>R1</b>	Solución Metanol	Evaporador
<b>R2</b>	Agua de Refrigeración Condensador	Evaporador
<b>R3</b>	Agua de Refrigeración Prefermentador	Fermentador
<b>R4</b>	Agua de Refrigeración Fermentador	Fermentador
<b>R5</b>	Agua de Refrigeración Intercambiador 1	Disrupción celular
<b>R6</b>	Restos celulares	Centrífuga
<b>R7</b>	Líquido Residual	Centrífuga
<b>R8</b>	Gases combustión	Caldera

Tabla 4. 25 Corrientes de residuos

A ninguno de estos efluentes se le realiza un tratamiento debido a que no representan volúmenes y concentraciones contaminantes para los cuerpos receptores. Así mismo, algunos residuos pueden aprovecharse para su venta, como ser la solución metanólica al 56%.

Las aguas utilizadas para enfriamiento y control de temperaturas en equipos tales como el intercambiador de calor, condensador, el starter y el fermentador se reciclan y vuelven a la cisterna de agua de fábrica.

Los gases de combustión se liberan a la atmósfera.

#### 4.3.10. Instalaciones eléctricas

##### 4.3.10.1. Determinación de la fuerza motriz necesaria y planilla de motores

En la Tabla 4.26 se especifican los consumos semanales de electricidad de los equipos en la planta.

Nombre	Equipo	Potencia [KW]	Tiempo uso semanal [h]	Consumo semanal [KW/h]
B-1	Bomba de Engranajes	5,5	0,5	2,75
B-2	Bomba de Engranajes	5,5	4	22
B-3	Bomba de Engranajes	5,5	4	22
B-4	Centrifuga	0,74	0,5	0,37
B-5	Bomba de Engranajes	35	0,53	18,55
B-6	Centrifuga	0,9	0,04	0,04
B-7	Centrifuga	3	0,55	1,65
B-8	Centrifuga	10	0,26	2,60
B-9	Centrifuga	4	2	8
E-1	Homogeinizador	30	2,9	87
E-2	Centrifuga	12	2	24
E-3	Secador	7,5	6,8	51
E-4	Extrusora	86	8,01	688,86
E-5	Pelletizador	4,5	4,5	20,25
E-6	Envasador	1,1	0,41	0,451
E-7	Chiller	116	15	1740
E-8	Osmosis Inversa	15	1,7	25,5
E-9	Agitador Starter	0,19	12	2,28
E-10	Agitador Fermentador 1	6,9	12	82,8
E-11	Agitador Fermentador 2	6,9	12	82,8
T-1	Transporte de Cangilones	0,81	0,93	0,7533
T-2	Transporte de Tornillo	2,1	0,93	1,953
T-3	Transporte de Cangilones	0,81	5,1	4,131
<b>Total</b>				<b>28889,68</b>

Tabla 4.26 Consumo semanal de energía eléctrica por equipos

#### 4.3.10.2. Croquis de Ubicación de motores y otros consumos



#### 4.3.10.3. Diagrama Unifilar



#### 4.3.11. Iluminación

Se tiene en cuenta el decreto 351/79 de la ley N°19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, que determina los requerimientos mínimos de iluminación por sector:

Sector	Iluminancia media [Lux]
<b>Productivo, baños, comedor, cocina</b>	300
<b>Oficinas</b>	500
<b>Estacionamiento</b>	100
<b>Salas de caldera</b>	50
<b>Pasajes internos</b>	100
<b>Laboratorio</b>	500

Tabla 4.27 Requerimientos de iluminación por sector

##### 4.3.11.1. Cálculo de luminarias

Para la selección de las luminarias, se calcularon las demandas de iluminación mediante el software Lumen Lux 05.

Se realiza una diferenciación para el cálculo en iluminación de interiores y de exteriores. La iluminación interna o de interiores comprende toda área techada y los patios y los accesos comprenden los requerimientos de iluminación externa o de exteriores. Se toman como coeficientes de mantenimiento 100% para ambientes interiores y 80% para exteriores.

##### 4.3.11.1.1. Iluminación de interiores

A continuación, se presentan las características y necesidades de iluminación para cada sector de interiores (Tabla 4. 28 requerimientos de iluminación por sector; Tabla 4. 29 selección de luminaria y consumo (interiores)).

Sector	Dimensiones del sector (m)					Requerimientos por sector
	Largo	Ancho	Alto	Plano de trabajo	Altura de luminarias	
Sala de reuniones	5	6	3,5	0,8	3,5	500
Baño oficinas	5	3	3,5	0,8		300
Cocina - comedor	5	3	3,5	0,8	3,5	300
Oficina administracion	5	4,5	3,5	0,8	3,5	500
Oficina gerencia	4	4,5	3,5	0,8	3,5	500
Recepción	5	6	3,5	0,8	3,5	300
Baño M	5	3	3,5	0,8	3,5	300
Baño H	5	3	3,5	0,8	3,5	300
Laboratorio	5	3	3,5	0,8	3,5	500
Pasillo de ingreso	2	10,5	3,5	0,8	3,5	300
Pasillo oficinas	2	10,5	3,5	0,8	3,5	300
Sala de caldera	10	6,7	5	0,8	5	50
Sala de producción	12,5	11	10	0,8	9	300
Sala de materia prima	4	7	10	0,8	9	300
Sala de producto terminado	4	11	10	0,8	9	300
Cacilla de seguridad	1,5	1,5	3,5	0,8	3,5	500

Tabla 4. 28 requerimientos de iluminación por sector

Sector	Luminaria			Consumo		
	Modelo	Cant.	Pot. Unit.[W]	Po. Total [W]	Horas de trabajo/semana	Consumo semanal[KW.h]
Sala de reuniones	ARIES 254	5	54	270	8	2,16
Baño oficinas	ARIES 254	1	54	54	40	2,16
Cocina/comedor	ARIES 254	4	54	216	20	4,32
Oficina administracion	ARIES 254	4	54	216	8	1,728
Oficina gerencia	ARIES 254	4	54	216	40	8,64
Recepción	ARIES 254	4	54	216	40	8,64
Baño M	200 mhsap	1	75	75	120	9
Baño H	200 mhsap	1	75	75	120	9
Laboratorio	ARIES 254	5	54	270	40	10,8
Pasillo de ingreso	ARIES 254	5	54	270	120	32,4
Sala de caldera	Delta 136	4	36	144	10	1,44
Pasillo oficinas	ARIES 254	5	54	270	40	10,8
Sala de producción	ALFA 2250 HQI-E	7	250	1750	120	210
Sala de materia prima	ARIES 254	4	54	216	120	25,92
Sala de producto terminado	ARIES 254	6	54	324	120	38,88
Cacilla de seguridad	ARIES 254	1	54	54	120	6,48
<b>Consumo total</b>						<b>382,368</b>

Tabla 4. 29 selección de luminaria y consumo (interiores)

#### 4.3.11.1.1. Iluminación de exteriores

En la Tabla 4.29 Selección de luminarias y consumo (exteriores) se representan la selección y consumo de luminarias en las áreas exteriores.

Sector	Luminaria			Consumo		
	Modelo	Cant.	Pot. Unit.[W]	Po. Total [W]	Horas de trabajo/semana	Consumo semanal[KW.h]
Calle ingreso	LASER 2 250 WSAP DIFUNDEnte	3	250	750	10	7,5
Frente laboratorio	LASER 2 250 WSAP DIFUNDEnte	1	250	250	10	2,5
Frente comedor	LASER 2 250 WSAP DIFUNDEnte	1	250	250	10	2,5
Frente oficinas	LASER 2 250 WSAP DIFUNDEnte	1	250	250	10	2,5
Estacionamiento	LASER 2 250 WSAP DIFUNDEnte	1	250	250	10	2,5
Ingreso	LASER 2 250 WSAP DIFUNDEnte	1	250	250	10	2,5
Zona tanques	LASER 2 250 WSAP DIFUNDEnte	1	250	250	10	2,5
Zona caldera	LASER 2 250 WSAP DIFUNDEnte	1	250	250	10	2,5
Zona SAX	LASER 2 250 WSAP DIFUNDEnte	1	250	250	10	2,5
Consumo total						27,5

Tabla 4.29 Selección de luminarias y consumo (exteriores)

#### 4.3.11.1.2. Esquema de las luminarias seleccionadas

En la Tabla 4.30 Esquema luminarias seleccionadas interiores y exteriores se representan gráficamente las luminarias seleccionadas en interiores y exteriores.

Modelo	Imagen	Sector
200 MH SAP		Baños.
ALFA 2 250W HQI-E		Sala de producción.
ARIES 254		Oficinas, sala de reuniones, Cocina, Laboratorio, Antesala de producción, Vestuario, Comedor, Casilla de seguridad.
DELTA 136		Sala de caldera, Almacenes de materia prima y producto.
LASER 2 250 W SAP DIFUNDEnte		Exteriores

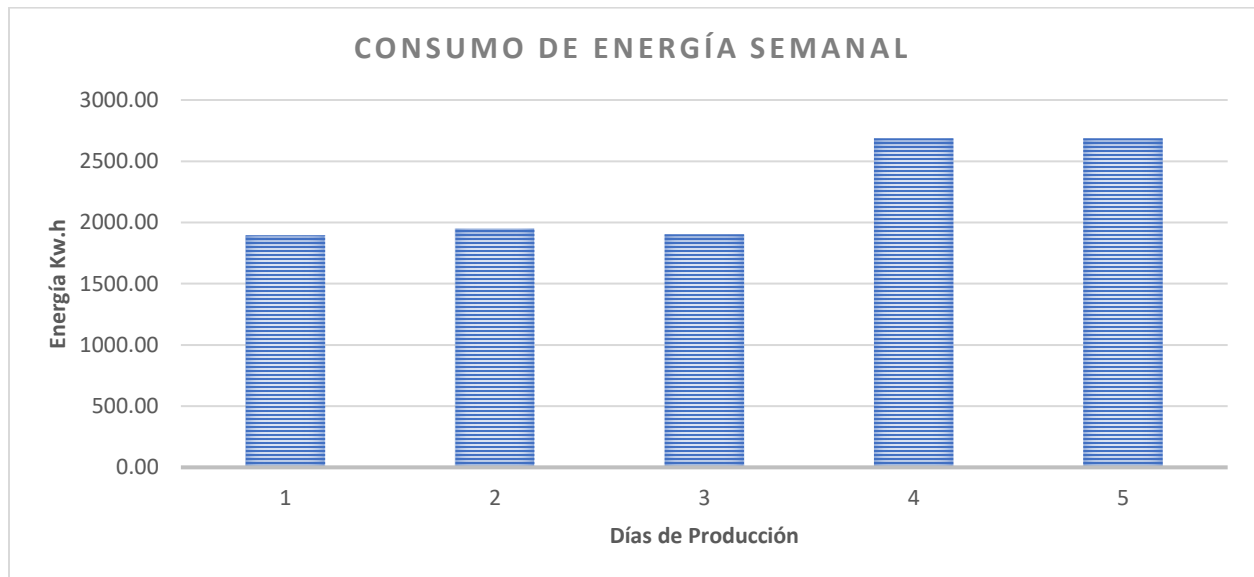
4.30 Esquema luminarias seleccionadas interiores y exteriores

#### 4.3.11.1.3. Diagrama de consumo semanal

En la Tabla 4.31 Consumo total por día se representan los valores de consumos totales de equipos y luminarias por día y el total de la semana. En el grafico siguiente se esquematizan estos valores.

Día	Consumo Total [KW.h]	Consumo Total F [KW.h]	Consumo Total V [KW.h]
1	1894,89	58,84	1836,05
2	1949,16	58,84	1890,32
3	1902,83	58,84	1844
4	2686,89	58,84	2628,05
5	2686,89	58,84	2628,05
<b>Total Semanal</b>	<b>11120,66</b>	<b>294,21</b>	<b>10826,45</b>

Tabla 4.31 Consumo total por día



Gráfica 4.20 Consumo de Energía por día

#### 4.3.11.1.4. Tableros

Permiten la distribución de la corriente a todos los sectores de la planta. En ellos se encuentran los elementos de maniobra (interruptores manuales, contactores y conmutadores), de protección (tapones cartucho, fusibles, etc.) y de medición (medidores de energía, voltímetros, etc.).

Cada circuito tiene su interruptor y su correspondiente elemento de protección para permitir sacar de servicio cualquier circuito y efectuar reparaciones o renovaciones sin correr riesgo de electrocución.

4.3.11.1.4.1. Tablero general: Se encuentra en la casilla de seguridad para garantizar resguardo de las condiciones climáticas y de todo factor que pudiera ocasionar un perjuicio. Irrumpe la línea principal de la planta y del cual derivan las líneas seccionales o decircuito. Se instala un interruptor como aparato de maniobra principal. Cuenta con interruptor manual y fusibles e

interruptor automático con apertura por sobrecarga y cortocircuito, además de una puesta a tierra.

4.3.11.1.4.2. Tableros seccionales: Se encuentran distribuidos en las distintas áreas de la planta. Irrumpen la línea seccional y del cual se derivan las otras líneas seccionales o de circuito.



#### 4.3.12. Diagrama de distribución de equipos

##### 4.3.12.1. Planimetría del conjunto



#### 4.3.12.2. Distribución de equipos de producción



#### 4.3.12.3. Corte de Planta



## Distribución de Cañerías de Proceos



#### 4.3.12.5. Distribución de SAX



#### 4.3.12.6. Diseño Evaporador



#### 4.3.12.7. Diseño Biorreactor



#### 4.4. TERRENO Y EDIFICIOS

##### 4.4.1. Terreno, medidas y características de este, régimen de ocupación

El terreno se encuentra en el barrio Fátima de la Localidad de Puerto General San José de Martín, Dpto. San Lorenzo, Provincia de Santa Fe, República Argentina. Mide 20 metros ancho por 85 de largo.



Imagen 4.12 Terreno

##### 4.4.2. Edificios y otras obras civiles

###### 4.4.1.1 Características generales de los edificios de producción, depósitos, administrativos y auxiliares

La planta industrial cuenta con los siguientes sectores:

- Sector de producción
- Sector de caldera
- Sector comedor
- Antesala y vestuario
- Sector de almacenamiento de materia prima y producto final
- Sector de oficinas y laboratorio
- Caminos de conexión entre sectores
- Estacionamiento

###### 4.4.2.1.1. Planta industrial de PHB

La planta completa se asienta sobre cimientos de hormigón. En los límites cuenta con un cerco perimetral compuesto de postes de hormigón de 3m de altura separados por una distancia de 6m y un tejido de hierro galvanizado de 3m de altura.

El acceso cuenta con un portón de doble hoja de 5m x 3m (ancho por alto).

Las calles internas y el estacionamiento están pavimentado.

#### 4.4.2.1.2. Edificio de producción

En el galpón principal se encuentra el sector de producción y sector de depósitos de materias primas y producto terminado.

Las paredes del galpón son de chapa galvanizada, tienen un muro de metro de alto construido con ladrillos.

El techo del galpón es de chapa galvanizada soportada por vigas perfil C. Los pisos son de pavimento industrial con acabado sanitario, ya que deben ser impermeables, antideslizantes y fácilmente lavables.

Los sectores están divididos por paredes de chapa. El depósito de materia prima y producto terminado cuenta con portones de 1,5 metros corredizos.

El edificio de producción principal tiene una altura de 5m.

#### 4.4.2.1.3. Sector de SAX

Este sector está contiguo al área de producción. En él se ubican los equipos para los servicios auxiliares, Chiller, Ósmosis inversa y tanque de agua de enfriamiento.

#### 4.4.2.1.4. Sector de caldera

Se encuentra separado del área de producción por una distancia de 5m. Las paredes y el techo presentan las mismas características constructivas que el edificio de producción. Tiene 5m de altura. Cuenta con un portón corredizo de acero galvanizado para el ingreso.

#### 4.4.2.1.5. Edificio de oficinas y laboratorio

Cuenta con sala de espera, oficina de administración y gerencia, sala de reuniones, cocina y baños. Se ubica en las cercanías de la entrada al predio.

Las paredes son de mampostería de ladrillos comunes revocadas. Para las oficinas, la terminación es con pintura látex de interiores, mientras que el laboratorio está revestido en el interior con azulejos blancos. Los pisos son de mosaicos comunes. Los techos son de machimbre (interior) y chapa galvanizada (exterior). Las aberturas son de aluminio combinadas con vidrio. Estos edificios cuentan con sistema de refrigeración.

### 4.5. SISTEMA DE GESTIÓN DE PRODUCCIÓN Y DE CALIDAD

El sistema de gestión de calidad tiene como objetivo principal guiar la organización y el trabajo de la empresa. Tiene como premisa implementar y poner énfasis en una línea de pensamiento y una forma de organizar la empresa, fundada en dos pilares: la satisfacción del cliente y el uso racional de los recursos.

Mediante la planificación, control y continuas mejoras de aquellos elementos asociados con la producción y la organización de los recursos humanos, se pretende en última instancia lograr la

satisfacción antes mencionada, pero también es importante destacar otros aspectos positivos que implicarán la implementación de tal Sistema de Gestión:

- transforma positivamente la cultura organizacional de la empresa
- implementa un uso racional de los recursos
- mejora las relaciones con los proveedores
- mejora la posición de la empresa en el mercado aumentando su competitividad

Todas las premisas anteriores conllevan a un aumento de la rentabilidad de la empresa y posicionarían a la misma de manera firme y sostenible en el mercado

Para cumplir estos objetivos, se considerarán los lineamientos de las **Normas de Gestión de Calidad ISO 9001**. Se establecerán procedimientos de registro y documentación sistematizados, y se hará énfasis en todos los sectores, en la importancia que tienen esta correcta documentación de la información, la correcta interpretación de la misma, la fluida comunicación entre áreas, y la importancia del pensamiento orientado hacia la mejora continua de todos los procesos internos existentes.

#### 4.5.1. Implementación de un Sistema Integral de Gestión de la Calidad

Se presentan a continuación los pasos definidos que seguirá la empresa para la implementación de las normas de calidad. Es importante recalcar que a partir de los ítems 2 en adelante, las actividades mencionadas no son realizadas de manera consecutiva en el orden descrito, sino más bien consisten en actividades a realizarse simultáneamente.

##### 4.5.1.1. Definición de estrategias y su documentación

Se reconocerán formalmente los objetivos de calidad de la empresa y se dispondrán pautas a seguir para su cumplimiento, desde los niveles más altos de la estructura organizacional hasta los niveles inferiores. Todo proceso a realizarse en cada una de las áreas deberá estar alineado con los principios generales de calidad definidos y entre las mismas áreas deberá existir concordancia en cuanto a las actividades realizadas.

Se realizará un análisis de los canales de comunicación entre sectores de la empresa a fin de verificar la efectividad de los mismos, evitando pérdidas de tiempo por una comunicación deficiente o incluso posibles errores de interpretación. Se enfatizará la importancia de una comunicación fluida y una constante retroalimentación entre áreas. Se detectarán las fallas y se procederá a corregirlas.

##### 4.5.1.2. Formalización de procedimientos e instructivos de trabajo

Cada procedimiento llevado a cabo deberá ser correctamente documentado en un instructivo de trabajo, a supervisar por los respectivos Jefes de Departamento. Los documentos deberán ser de fácil acceso para todos los trabajadores miembros a los que compete su uso, claros y concretos.

#### 4.5.1.3. Capacitación continua del personal

El personal en su totalidad deberá ser debidamente capacitado, tanto respecto de sus competencias específicas en un sector (procesos, técnicas, uso de tecnología, etc) como así también respecto del desarrollo de *soft skills*, cultura organizacional, y otros aspectos que apunten a la mejora continua aplicada al mejoramiento de la calidad esperado.

#### Implementación de auditorías internas de control

Cada responsable de área deberá efectuar de manera periódica un procedimiento de auditoría, con el que se pretende evaluar el funcionamiento general del sector, detectando fallas y oportunidades de mejora. Se documentará todo el procedimiento de auditoría y se compartirá el correspondiente informe con cada una de las áreas de la empresa.

Estas actividades se implementarán hasta contar con la sistematización y estabilidad de las políticas descritas en el ítem 1. En este punto será posible llevar a cabo un sistema de auditoría externa y certificación, con la cual la empresa podrá dar a conocer explícitamente y bajo documento probatorio, su compromiso con la calidad del producto y la satisfacción del cliente.

#### 4.5.2. Actividades de control específicas en el sector de Producción

La satisfacción del cliente requiere, respecto del área Producción, que la glicerina de grado técnico a producir cuente con las características que indica la legislación vigente acerca de este producto.

La política de la empresa será ejercer controles de calidad perfectamente definidos *desde el ingreso de la materia prima a la planta, hasta el proceso de almacenamiento de producto*, considerando por supuesto, todas las etapas intermedias. Se exponen a continuación parámetros de control específicos a llevar a cabo por el Departamento de Calidad, los valores mínimos o máximos permitidos y las técnicas que se usarán para la evaluación correspondiente.

#### Control sobre la materia prima

- Contenido de glicerol: min. 80% en peso.
- Cenizas: máx. 7% en peso
- Agua: máx. 13% en peso
- Metanol: máx. 0,5% en peso
- MONGs: máx. 2,5% en peso
- pH: en el intervalo 6 - 8

#### Control sobre el producto final

Se efectuarán los controles necesarios a los fines de garantizar las siguientes características en el producto final.

Temperatura de Fusión	Módulo de Young	Fuerza tencil	Densidad	Elongación
°C	(GPa)	(MPa)	Kg/m3	%
179	3,5	40	1250	5

#### 4.6. PUESTA EN MARCHA

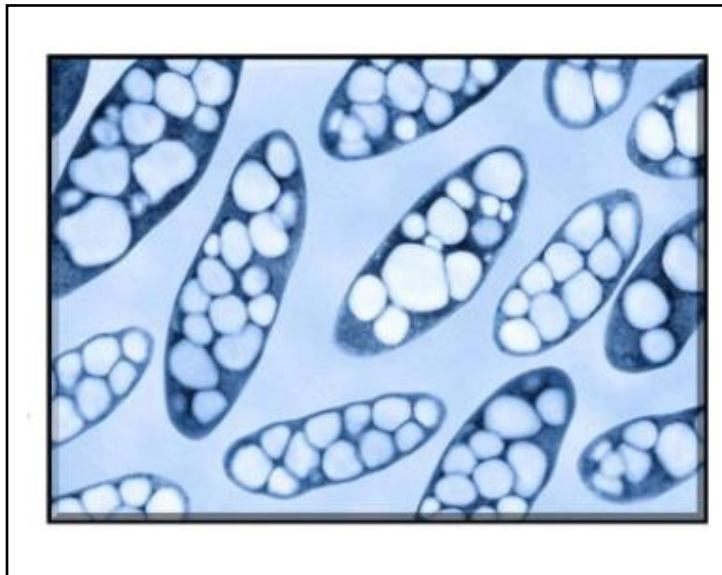
Se planifica el año cero para la realización de las actividades de compras de materiales, equipos materia prima, realización de obras civiles y puesta a punto de la fábrica. El cronograma de actividades para la puesta en marcha se representa en la tabla a continuación

ACTIVIDAD		Meses												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Obras civiles	Compra de materiales de construcción y planificación													
	Edificación													
	Instalación de serv. Y cañerías													
Equipamiento	Compra de equipos													
	Instalación de equipos													
	Pruebas													
	Compra e instalación de equipos y muebles de of. Y Lab.													
Puesta a punto	Compra de materia prima													
	Pruebas y puesta a punto													

Solamente durante los 3 últimos meses del año 0 se realizan compras de materia prima y las pruebas y puesta a punto de la empresa.



## Capítulo 5



## ORGANIZACIÓN



## 5. ORGANIZACIÓN

### 5.1. TIPO DE EMPRESA

La empresa se dedica a la elaboración y comercialización de Polihidroxibutirato (PHB). Se encuentra dentro del rubro de las industrias de bioprocesos. Este tipo de industrias, hoy en día, es una industria de punta.

La empresa es una Sociedad de Responsabilidad Limitada (S.R.L) que según la Ley 19.550 tiene las siguientes características:

Capital dividido en cuotas de igual valor, con libre transmisibilidad.

Socios con responsabilidad limitada a la integración de las cuotas que suscriban o adquieran.

Uno o más gerentes, socios o no. Designados en el Contrato o posteriormente. Por tiempo determinado o indeterminado.

### 5.2. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA: ÁREAS, DEPARTAMENTOS Y FUNCIONES

#### 5.2.1. Administración y Gerencia

##### 5.2.1.1. Gerente General

- Funciones: responsable de liderar y coordinar las funciones de la planificación estratégica, de planear y desarrollar metas y objetivos, de realizar evaluaciones periódicas acerca del cumplimiento de los departamentos y de administrar los elementos de ingresos costos de la compañía.

- Horario de trabajo: lunes a viernes 9 a 18hs.

##### 5.2.1.2. Gerente de Producción

- Funciones: diseñar y supervisar el sistema completo de fabricación, tomar decisiones, dar a conocer y hacer cumplir a su equipo de trabajo las normas y políticas de la empresa, distribuir responsabilidades y organizar horarios y turnos. Optimiza y planifica los recursos productivos de la empresa (materias primas y trabajadores) para obtener un crecimiento progresivo de la productividad a la vez que se respetan los condicionantes y especificaciones de calidad. Se encarga de gestionar el mantenimiento de los equipos y máquinas dentro de la empresa.

- Horario de trabajo: lunes a viernes 9 a 18hs.

##### 5.2.1.3. Administrativo

- Funciones: administrar la agenda del gerente, llevar a cabo tareas generales de oficina (hacerse cargo de la correspondencia, responder los teléfonos, separar y clasificar documentos), atención al público.

- Horario de trabajo: lunes a viernes 9 a 18hs.

##### 5.2.1.4. Administrativo de ventas

- Funciones: llevar registros de clientes; elaborar presupuestos y cotizaciones para clientes; recibir pedidos, llevarlos adelante y revisarlos; asesorar a los clientes respecto a las características

técnicas del producto; llevar y revisar registros de ventas y pagos; preparar informes para la dirección.

- Horario de trabajo: lunes a viernes 9 a 18hs.

## 5.2.2. Producción

### 5.2.2.1. Analista de Calidad

• Funciones: responsable de analizar muestras de etapas de procesos y comparar con estándares de calidad específicos; detectar irregularidades en la calidad de los materiales; elaborar la documentación necesaria para el cumplimiento de las normas de calidad; controlar la aplicación de estas por parte de todos los empleados de la planta; realizar la evaluación a proveedores y producto final. Es el responsable de asegurar la propagación de los microorganismos.

- Horario de trabajo: lunes a viernes 9 a 18hs

### 5.2.2.2. Operarios

• Funciones: poner en marcha y controlar cada una de las operaciones, equipos principales y auxiliares; controlar la llegada de materia prima y salida de producto final para su reparto. Además, limpieza y mantenimiento básico de equipamiento.

- Número de personas: 6.
- Horario de trabajo: lunes a viernes. 3 turnos diarios de 8 horas.

## 5.2.3. Seguridad

### 5.2.3.1. Guardia

• Funciones: controlar el ingreso y egreso del personal de planta y la entrada y salidas de camiones.

- Número de personas: 3.
- Horario de trabajo: turnos rotativos de 8 hora

## 5.2.4. Servicios de terceros

### 5.2.4.1. Asesor legal

• Funciones: rendir mensualmente informes a la gerencia sobre temas legales, mantener actualizado al gerente general sobre los asuntos impositivos y legales en general de la empresa.

- Horario de trabajo: Coordina horario de reuniones con el GG.

#### 5.2.4.2. Asesor contable

- Funciones: rendir periódicamente informes a la gerencia sobre sistemas contables y financieros
- Horario de trabajo: Coordina horario de reuniones con el GG.

#### 5.2.4.3. Servicio de comedor

Podrán acceder al servicio de comedor los empleados que hayan cumplido como mínimo 8 hs de servicio dentro de la empresa.

- Funciones: El servicio traerá la comida preparada de sus instalaciones propias y solo servirán dentro de la empresa en bandejas en sector de refrigerio que cuenta de un comedor. Así mismo habrá heladeras con alimentos saludables en dicho sector de la planta para que los empleados puedan servirse una vez por día. Es responsabilidad del servicio de comedor reponer los alimentos de la heladera.
- Horario de trabajo: dos turnos de 4 hs cada uno, de 11 a 14 y de 21 a 01 hs.

### 5.3. PERSONAL OCUPADO

#### 5.3.1. Requerimiento del personal

##### 5.3.1.1. Administración y Gerencia

Criterio/Puesto	Gte. General	Gte. De Producción	Administrativo de Ventas	Administrativo
Profesión	Lic. En Admin de Empresas o Ing. Industrial	Ing. Químico o Ing. Industrial	Lic. En Marketing o Analista de Ventas	Secundario Completo
Conocimientos básicos	Inglés avanzado	Inglés avanzado	Inglés avanzado/intermedio	Inglés - Computación
Conocimientos específicos	Liderazgo, visión estratégica, planificación, Proactividad	Procesos, Management, Gestión de Calidad	Marketing y ventas. Publicidad	Experiencia en el sector

Tabla 5.1 Requerimiento del personal sector Gerencia y Administración

##### 5.3.1.2. Producción

Criterio/Puesto	Analista de Calidad	Operarios
Profesión	Ing. Químico	Secundario completo
Conocimientos básicos	Inglés avanzado / Intermedio	Manipulación de herramientas de mantenimiento
Conocimientos específicos	Microbiología, Normas de Calidad	No excluyente

Tabla 5.3 Requerimiento del personal sector Producción

##### 5.3.1.3. Seguridad

Criterio/Puesto	Guardia
Profesión	Secundario completo
Experiencia	5 años
Otros	Sexo Masculino. Edad hasta 35 años

Tabla 5.4 Requerimiento del personal sector Seguridad

#### 5.3.1.4. Servicios de Terceros

Criterio/Puesto	Asesor Legal	Asesor contable	Servicio de Comedor
Profesión	Abogado	Contador público	Cocinero
Conocimientos básicos	Leyes específicas para el rubro. Inglés intermedio	Leyes específicas para el rubro. Inglés intermedio	Nutrición
Conocimientos específicos	Contratos y especialidad en derecho laborista	No excluyente	No excluyente

Tabla 5.5 Requerimiento del personal sector Servicios de terceros

#### 5.3.2. Personal total ocupado

La empresa contará con un total de personal ocupado de 20 personas.

En la tabla a continuación se detallan los requerimientos de personal de cada área.

Área	Puesto	Personal por turno	Cantidad de turnos	Cantidad por Sector	Personal Total
<b>Administración y Gerencia</b>	Gte. General	1	1	1	4
	Gte. Producción	1	1	1	
	Administrativo	1	1	1	
	Admin. De Ventas	1	1	1	
<b>Producción</b>	Analista	1	1	1	7
	Operario	2	3	6	
<b>Seguridad</b>	Guardia	1	3	3	3
<b>Terceros</b>	Asesor Legal	1	1	1	4
	Asesor Contable	1	1	1	
	Servicio de Comedor	1	2	2	
<b>Total Personal</b>					<b>18</b>

Tabla 5.6. Total personal ocupado

#### 5.3.3. Sistema de remuneración e incentivos

Para efectuar la liquidación de los sueldos correspondientes se considerará lo siguiente:

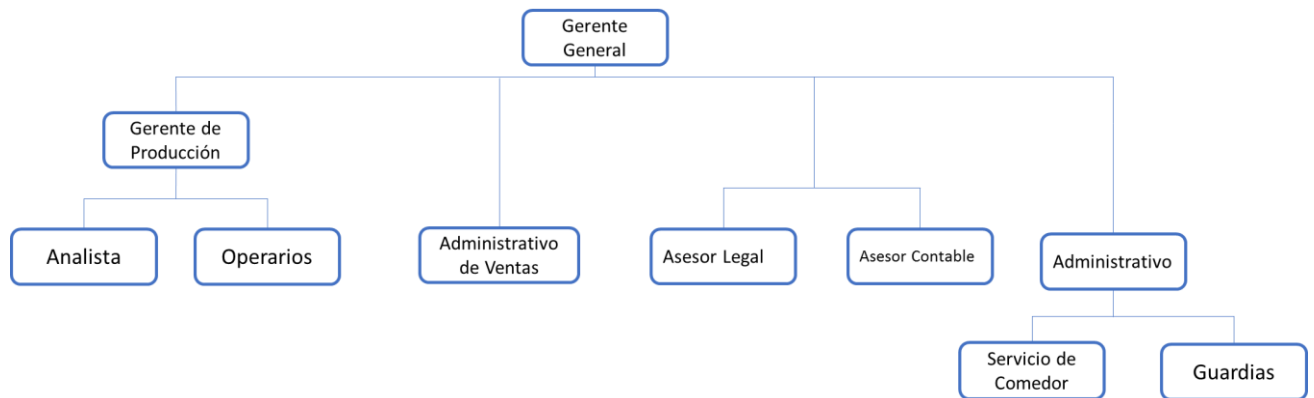
- Categoría de empleados según el Convenio Colectivo de Trabajo CCT 74/1975
- Sueldos básicos mensuales determinados según CCT 74/1975 en combinación con Guía Salarial ADECCO (de donde se consideran sueldos sugeridos de acuerdo con cada profesión) y la Unión Obreros y Empleaos Plásticos (U.O.Y.E.P.)

- Los aportes efectuados en concepto de ART (Aseguradora de Riesgos del Trabajo) se estiman como un 0,64% del sueldo básico (aseguradora MAPFRE) más un valor constante de 0,6%.
- La antigüedad se calcula como el 1% del sueldo básico, valor constante e independiente de la antigüedad
- Los trabajadores gozarán de 14 días de vacaciones cuando la antigüedad no exceda los 5 (cinco) años, 21 días con antigüedad de 5 (cinco) a 10 (diez) años, 28 días con antigüedad entre 10 (diez) y 20 (veinte) años, y 35 días cuando la antigüedad supere los 20 (veinte) años.
- Vacaciones pagadas según lo siguiente:  $\$Por\ día = Sueldo\ Básico / 25$ .

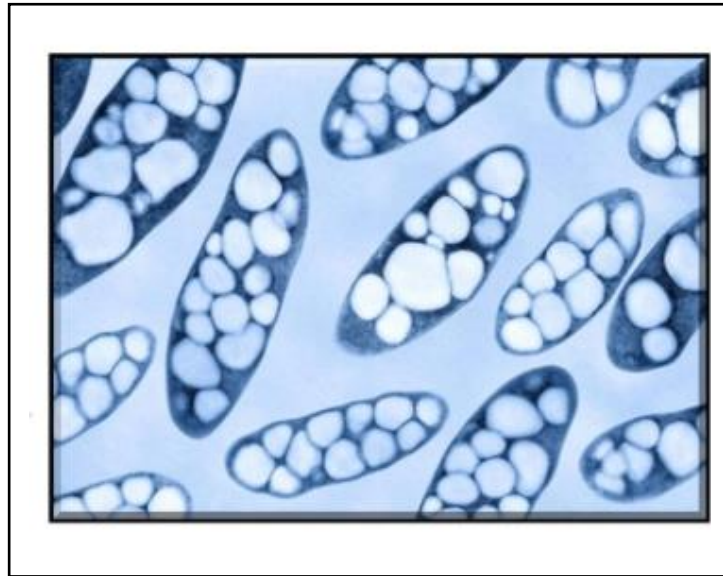
### 5.3.4. Planilla de salarios

Área	Cargo	Categoría	Cantidad	Básico		Carga Social		ART	Sueldo Bruto	Adicionales				Total c/ Adicionales	S.A.C.	Total Mensual por empleado	Total mensual	Total anual
				Hora	Mes	OS	Jubilación			2%	Titulo		Vacaciones					
						5%	11%	5,5%	1,8%									
				\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
<b>Producción</b>																		
MOI	Gerente de Producción	FC	1,00	150,00	26400,00	1320,00	2904,00	792,00	21384,00	427,68	1176,12		1232,00	24219,80	2018,32	26238,12	26238,12	314857,40
	Analista	FC	1,00	125,94	22165,44	1108,27	2438,20	664,96	17954,01	359,08	987,47		1034,39	20334,94	1694,58	22029,52	22029,52	264354,27
																	579211,67	
MOD	Operario	DC	6,00	89,85	15813,60	790,68	1739,50	474,41	12809,02	256,18		230,56	737,97	14033,73	1169,48	15203,20	91219,22	1094630,68
																	Total MOD	1094630,68
																	<b>Total Producción</b>	<b>1673842,35</b>
<b>Administración</b>																		
	Gerente General	FC	1	160,00	28160,00	1408,00	3097,60	844,80	22809,60	456,19	1254,53		1314,13	25834,45	2152,87	27987,32	27987,32	335847,89
	Administrativo	DC	1	84,40	14854,40	742,72	1633,98	445,63	12032,06	240,64		216,58	693,21	13182,49	1098,54	14281,03	14281,03	171372,34
	Admin de Ventas	FC	1	90,00	15840,00	792,00	1742,40	475,20	12830,40	256,61		230,95	739,20	14057,16	1171,43	15228,58	15228,58	182743,02
	Seguridad	DC	3	50,80	8940,80	447,04	983,49	268,22	7242,05	144,84		417,24	7804,13	650,34	8454,47	25363,41	304360,93	
																	<b>Total Administración</b>	<b>994324,18</b>
<b>Servicios de Terceros</b>																		
	Asesor Legal	FC	1													12518,45	12518,45	150221,45
	Asesor Contable	FC	1													12518,45	12518,45	150221,45
	Scio Comedor	FC	2													8297,56	16595,12	199141,42
																	Total Servicios a Terceros	499584,32
																	<b>Total Anual</b>	<b>\$ 3.167.750,85</b>

#### 5.4. ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA



## Capítulo 6



## COSTOS



## 6. COSTOS

### 6.1. CÁLCULO DE COSTOS

#### 6.1.1. Costos de producción

##### 6.1.1.1. Costos variables

###### 6.1.1.1.1. Materias primas

- Glicerol crudo al 83,2%

Proveedor: BUNGE BIODIESEL S.A – Provincia de Santa Fe

Precio: USD 0,60/ kg ARS 9,60

- Bacterias E. Coli recombinante

Proveedor: Laboratorio ATCC® - EE. UU.

Precio: USD 850 /25g ARG 21.250

###### 6.1.1.1.2. Insumos

- Bolsas 25 Kg

Proveedor: Textil Stirnemann- Humboldt - Provincia de Santa Fe

Precio: ARG 24,94 \$/ unidad

- Colorantes

Proveedor: ARCOLOR S.A - Caceros - Provincia de Santa Fe

Precio: 30 \$/kg

- Sales
  - Sulfato de amonio

Proveedor: TOTAL QUÍMICA - Provincia de Santa Fe

Precio: ARG \$8640/ton

- Sulfato de Sodio

Proveedor: TOTAL QUÍMICA - Provincia de Santa Fe

Precio: ARG \$4500/ton

- Sulfato de Magnesio

Proveedor: TOTAL QUÍMICA - Provincia de Santa Fe

Precio: ARG \$1260/ton

- Extracto de Levadura

Proveedor: Calsa - Buenos Aires

Precio: ARG \$5400/ton

###### 6.1.1.1.3. Energía Eléctrica

Proveedor: Empresa Provincial de la Energía (EPE) – Santa Fe, Argentina

Precio: 1,75 \$/KWh

#### 6.1.1.1.4. Agua para proceso y servicios auxiliares

Proveedor: Aguas Santafesinas S.A.

Precio: 4,45 \$/m<sup>3</sup>

#### 6.1.1.1.5. Gas natural

Proveedor: Litoral Gas S.A.

Precio: 1,67 \$/m<sup>3</sup>

### 6.1.1.2. Costos fijos

#### 6.1.1.2.1. Amortizaciones

Las amortizaciones son reducciones en el valor de los bienes de uso, por el simple paso del tiempo. Representan cargos fijos que se realizan cada año por un determinado importe, de tal forma que al final de la vida económica de un bien amortizado, la empresa pueda reponerlo con la acumulación de las dotaciones efectuadas.

Los bienes de uso se amortizan de la manera siguiente:

- Terrenos no se amortizan.
- Construcciones civiles de uso general: 30 años.
- Instalaciones y equipos industriales: 10 años.
- Muebles útiles y rodados: 5 años.

#### 6.1.1.2.2. Mano de obra directa e indirecta

Se incluyen aquí los salarios de mano de obra directamente involucrada en la producción (operarios calificados de área de producción) y parte de la mano de obra indirecta (Jefe de Producción, Encargado de Calidad y guardias de seguridad).

La cantidad de trabajadores se mantiene constante a lo largo del período de análisis.

Se consideran costos fijos porque, aunque la planta se encuentre parada por algún motivo específico, se continuarán abonando sueldos. Los salarios se consignaron en el Capítulo V: Organización

#### 6.1.1.2.3. Mantenimiento

En esta área se requieren herramientas, insumos para reparaciones simples, repuestos, servicios, etc. Se estiman \$100.000/año.

#### 6.1.1.2.4. Elementos de protección personal

Incluye los elementos de seguridad y protección personal que requiere la industria de alimentos (guantes, guardapolvos, cofias, barbijos, anteojos, entre otros).

#### 6.1.1.2.5. Agua para consumo humano y sanitario

Se estima un consumo de 70 litros/persona·día para consumo humano y sanitario.

Proveedor: Aguas Santafesinas S.A.

Precio: 4,45 \$/m<sup>3</sup>

#### 6.1.1.2.6. Energía para iluminación

Proveedor: Empresa Provincial de la Energía (EPE) – Santa Fe, Argentina

Precio: 1,75 \$/KWh

#### 6.1.1.2.7. Seguros

Incluye los seguros por edificios (0,2% de su valor) y por maquinarias (0,5% de su valor). Para un cálculo estimativo, se consideran gastos fijos por seguros un 1% anual de la inversión total de capital fijo.

#### 6.1.1.2.8. Varios e imprevistos

Esta categoría contempla aquellos gastos que no se tuvieron en cuenta anteriormente. Se estiman en un 5% del valor de los costos de producción.

### 6.1.2. Costos de administración y comercialización

#### 6.1.2.1. Mano de obra indirecta

Se incluye aquí a los salarios de la mano de obra implicada en la administración de la empresa (Gerente, administrativo, administrativo de ventas y Servicios de Terceros). Los salarios de determinaron en el Capítulo V: Organización

#### 6.1.2.2. Gastos administrativos

Incluyen servicios de telefonía e internet, papelería, viáticos, insumos de oficina, entre otros.

### 6.1.3. Costos financieros

Al no haber un departamento financiero, estos costos sólo incluyen los intereses por la utilización de capital bancario. El financiamiento se realiza a través un programa de Inversiones de actividades productivas del Banco Nación, para proyectos de inversión destinados a generar puestos de trabajo y/o elaborar productos que sustituyan bienes de importación.

Características:

- Plazo: Inversiones Hasta 10 años.
- TNA fija 17%

## 6.2. PLANILLA DE CONSUMOS

Materia prima											
Evolución de unidades	Unidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Glicerol	ton/mes	25,6	25,6	27,7	30,0	32,5	35,1	38,0	41,1	44,5	48,2
	ton/año	308	308	333	360	390	422	456	494	534	578
E. coli R	Kg/mes	2,7	2,7	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6	5,0
	Kg/año	32,1	32,1	34,7	37,6	40,7	44,0	47,6	51,5	55,7	60,3
<b>Evolución en pesos</b>											
Glicerol	\$/mes	24.615	24.615	26.634	28.818	31.181	33.738	36.504	39.498	42.736	46.241
	\$/año	2.953.846	2.953.846	3.196.062	3.458.139	3.741.706	4.048.526	4.380.505	4.739.706	5.128.362	5.548.888
E. coli R	\$/mes	56.832	56.832	61.493	66.535	71.991	77.894	84.281	91.193	98.670	106.761
	\$/año	681.988	681.988	737.912	798.420	863.891	934.730	1.011.378	1.094.311	1.184.044	1.281.136
<b>Total</b>	<b>\$/mes</b>	<b>81.448</b>	<b>81.448</b>	<b>88.126</b>	<b>95.353</b>	<b>103.172</b>	<b>111.632</b>	<b>120.786</b>	<b>130.690</b>	<b>141.407</b>	<b>153.002</b>
	<b>\$/año</b>	<b>3.635.835</b>	<b>3.635.835</b>	<b>3.933.973</b>	<b>4.256.559</b>	<b>4.605.597</b>	<b>4.983.256</b>	<b>5.391.883</b>	<b>5.834.017</b>	<b>6.312.406</b>	<b>6.830.024</b>

Tabla 6.1 Consumo de Materia Prima

Insumos											
Evolución de unidades	Unidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Bolsas	Unidad/mes	533	533	577	624	676	731	791	856	926	1002
	Unidad/año	6400	6400	6925	7493	8107	8772	9491	10269	11111	12023
Sulfato de Sodio	kg/mes	475	475	499	524	550	578	607	637	669	702
	Ton/año	5,70	5,70	5,99	6,29	6,60	6,93	7,28	7,64	8,02	8,43
Sulfato de Magnesio	kg/mes	15,84	15,84	16,63	17,47	18,34	19,26	20,22	21,23	22,29	23,41
	Ton/año	1,33	1,33	1,40	1,47	1,54	1,62	1,70	1,78	1,87	1,97
Extracto de Levadura	kg/mes	792	792	832	873	917	963	1011	1061	1115	1170
	Ton/año	9,50	9,50	9,98	10,48	11,00	11,55	12,13	12,74	13,37	14,04
Sulfato de Amonio	kg/mes	111	111	116	122	128	135	142	149	156	164
	Ton/año	1,33	1,33	1,40	1,47	1,54	1,62	1,70	1,78	1,87	1,97
Colorantes	kg/mes	26,67	26,67	28,00	29,40	30,87	32,41	34,03	35,74	37,52	39,40
	Ton/mes	0,32	0,32	0,34	0,35	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,47
<b>Evolución en pesos</b>											
Bolsas	\$/mes	14283	14283	15455	16722	18093	19577	21182	22919	24798	26832
	\$/año	171400	171400	185455	200662	217117	234920	254184	275027	297579	321981
Sulfato de Sodio	\$/mes	2139	2139	2246	2358	2476	2599	2729	2866	3009	3160
	\$/año	25650	25663	26946	28294	29708	31194	32753	34391	36111	37916
Sulfato de Magnesio	\$/mes	19,96	19,96	20,96	22,01	23,11	24,26	25,47	26,75	28,09	29,49
	\$/año	1676	1677	1760	1849	1941	2038	2140	2247	2359	2477
Extracto de Levadura	\$/mes	4277	4277	4491	4716	4951	5199	5459	5732	6018	6319
	\$/año	51300	51326	53893	56587	59417	62387	65507	68782	72221	75832
Sulfato de Amonio	\$/mes	958	958	1006	1056	1109	1165	1223	1284	1348	1416
	\$/año	7182	7185,683232	7545	7922	8318	8734	9171	9630	10111	10617
Colorantes	\$/mes	800,1	800	840	882	926	972	1021	1072	1126	1182
	\$/año	9600	9600	10080	10584	11113	11669	12252	12865	13508	14184
<b>Total</b>	<b>\$/mes</b>	<b>22477</b>	<b>22477</b>	<b>24058</b>	<b>25756</b>	<b>27578</b>	<b>29536</b>	<b>31640</b>	<b>33899</b>	<b>36328</b>	<b>38938</b>
	<b>\$/año</b>	<b>266808</b>	<b>266852</b>	<b>285680</b>	<b>305898</b>	<b>327614</b>	<b>350943</b>	<b>376007</b>	<b>402941</b>	<b>431889</b>	<b>463006</b>

Tabla 6.2 Consumo de Insumos

Costos Energía											
Concepto	Unidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Energía motriz (costo variable)</b>											
Consumo	Kwh/mes	24227	26051	28011	30120	32387	34825	37446	40264	43295	46554
	Kwh/año	290725	312607	336137	361438	388643	417895	449350	483172	519540	558645
Costos	\$/mes	42397	45589	49020	52710	56677	60943	65530	70463	75766	81469
	\$/año	508769	547063	588240	632516	680125	731317	786362	845551	909194	977628
<b>Energía Lumínica ( costo fijo)</b>											
Consumo	Kwh/mes	1265	1265	1265	1265	1265	1265	1265	1265	1265	1265
	Kwh/año	15181	15181	15181	15181	15181	15181	15181	15181	15181	15181
Costos	\$/mes	2214	2214	2214	2214	2214	2214	2214	2214	2214	2214
	\$/año	26567	26567	26567	26567	26567	26567	26567	26567	26567	26567
<b>Total</b>	<b>\$/mes</b>	<b>44611</b>	<b>47803</b>	<b>51234</b>	<b>54924</b>	<b>58891</b>	<b>63157</b>	<b>67744</b>	<b>72677</b>	<b>77980</b>	<b>83683</b>
	<b>\$/año</b>	<b>535336</b>	<b>573630</b>	<b>614807</b>	<b>659083</b>	<b>706692</b>	<b>757884</b>	<b>812930</b>	<b>872118</b>	<b>935762</b>	<b>1004196</b>

Tabla 6.3 Consumo de Energía Eléctrica

Combustible (Gas Natural)											
Concepto	Unidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Consumo	m3/mes	3331	3331	3620	3935	4277	4649	5054	5493	5971	6490
	m3/año	39969	39969	43445	47223	51329	55793	60644	65918	71650	77880
Costos	\$/mes	122373	122373	133014	144581	157153	170819	185672	201818	219367	238443
	\$/año	1468479	1468479	1596173	1734970	1885837	2049823	2228069	2421814	2632406	2861311

Tabla 6.4 Consumo de Combustible

<b>AGUA</b>											
Concepto	Unidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Agua de Proceso (costo variable)</b>											
Consumo	m3/mes	38,93	38,93	41,59	44,48	47,59	50,97	54,62	58,57	62,84	67,47
	m3/año	467	467	499	534	571	612	655	703	754	810
Costos	\$/mes	173	173	185	198	212	227	243	261	280	300
	\$/año	2079	2079	2221	2375	2541	2722	2917	3128	3356	3603
<b>Agua de servicios Auxiliares (costo Variable)</b>											
Consumo	m3/mes	79,57	79,85	86,63	94,00	101,99	110,66	120,07	130	141	153
	m3/año	955	958	1040	1128	1224	1328	1441	1563	1696	1840
Costos	\$/mes	354	355	386	418	454	492	534	580	629	683
	\$/año	4249	4264	4626	5020	5446	5909	6412	6957	7548	8190
<b>Agua de consumo humano y sanitarios ( costo Fijo)</b>											
Consumo	m3/mes	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8
	m3/año	454	454	454	454	454	454	454	454	454	454
Costos	\$/mes	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168
	\$/año	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019
<b>Agua para limpieza (costo Fijo)</b>											
Consumo	m3/mes	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217
	m3/año	2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604
Costos	\$/mes	966	966	966	966	966	966	966	966	966	966
	\$/año	11588	11588	11588	11588	11588	11588	11588	11588	11588	11588
<b>Total</b>	<b>m3/mes</b>	<b>373</b>	<b>374</b>	<b>383</b>	<b>393</b>	<b>404</b>	<b>416</b>	<b>429</b>	<b>444</b>	<b>459</b>	<b>476</b>
	<b>m3/año</b>	<b>4480</b>	<b>4483</b>	<b>4596</b>	<b>4719</b>	<b>4853</b>	<b>4997</b>	<b>5154</b>	<b>5324</b>	<b>5508</b>	<b>5708</b>
	<b>\$/mes</b>	<b>1661</b>	<b>1662</b>	<b>1704</b>	<b>1750</b>	<b>1800</b>	<b>1853</b>	<b>1911</b>	<b>1974</b>	<b>2043</b>	<b>2117</b>
	<b>\$/año</b>	<b>19934</b>	<b>19949</b>	<b>20454</b>	<b>21001</b>	<b>21594</b>	<b>22237</b>	<b>22935</b>	<b>23691</b>	<b>24510</b>	<b>25399</b>

Tabla 6.5 Consumo de Agua

### 6.3. PLANILLA DE COSTOS

#### 6.3.1. Costos Mensuales

Año 1			
Concepto	C. Fijo [\$]	C. Variables [\$]	Total
Costos de Producción			
Materia Prima	-	81.448	81.448
Insumos	-	22.477	22.477
Mano de obra directa	-	131.323	131.323
Gastos de Fabricación			
Amortizaciones	141.563	-	141.563
Mano de obra indirecta	69.614	-	69.614
Mantenimiento	8.333	-	8.333
Elementos de protección personal	500	-	500
Agua	1.134	527	1.661
Energía Eléctrica	2.214	42.397	44.611
Combustible	-	122.373	122.373
<b>TOTAL PRODUCCIÓN</b>	<b>223.358</b>	<b>400.546</b>	<b>623.903</b>
Administración y comercialización			
Mano de obra indirecta	119.328	-	119.328
Gastos administrativos	8.862	-	8.862
<b>TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COM.</b>	<b>128.190</b>	<b>-</b>	<b>128.190</b>
Financiación			
Intereses bancarios	73.970	-	73.970
<b>TOTAL</b>	<b>425.518</b>	<b>400.546</b>	<b>826.064</b>

Tabla 6.6 Costos Mensuales Año 1

Año 2			
Concepto	C. Fijo [\$]	C. Variables [\$]	Total
Costos de Producción			
Materia Prima	-	81.448	81.448
Insumos	-	22.477	22.477
Mano de obra directa	-	144.455	144.455
Gastos de Fabricación			
Amortizaciones	141.563	-	141.563
Mano de obra indirecta	76.575	-	76.575
Mantenimiento	8.333	-	8.333
Elementos de protección personal	500	-	500
Agua	1.134	529	1.662
Energía Eléctrica	2.214	45.589	47.803
Combustible	-	122.373	122.373
<b>TOTAL PRODUCCIÓN</b>	<b>230.319</b>	<b>416.870</b>	<b>647.189</b>
Administración y comercialización			
Mano de obra indirecta	131.261	-	131.261
Gastos administrativos	8.862	-	8.862
<b>TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COM.</b>	<b>140.123</b>	<b>-</b>	<b>140.123</b>
Financiación			
Intereses bancarios	73.970	-	73.970
<b>TOTAL</b>	<b>444.412</b>	<b>416.870</b>	<b>861.283</b>

Tabla 6.7 Costos Mensuales Año 2

<b>Año 3</b>			
Concepto	C. Fijo [\\$]	C. Variables [\\$]	Total
<b>Costos de Producción</b>			
Materia Prima	-	88.126	88.126
Insumos	-	24.058	24.058
Mano de obra directa	-	158.900	158.900
<b>Gastos de Fabricación</b>			
Amortizaciones	141.563	-	141.563
Mano de obra indirecta	84.233	-	84.233
Mantenimiento	8.333	-	8.333
Elementos de protección personal	500	-	500
Agua	1.134	571	1.704
Energía Eléctrica	2.214	49.020	51.234
Combustible	-	133.014	133.014
<b>TOTAL PRODUCCIÓN</b>	<b>237.977</b>	<b>453.690</b>	<b>691.667</b>
<b>Administración y comercialización</b>			
Mano de obra indirecta	144.387	-	144.387
Gastos administrativos	8.862	-	8.862
<b>TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COM.</b>	<b>153.249</b>	<b>-</b>	<b>153.249</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	66.573	-	66.573
<b>TOTAL</b>	<b>457.799</b>	<b>453.690</b>	<b>911.489</b>

Tabla 6.8 Costos Mensuales Año 3

<b>Año 4</b>			
Concepto	C. Fijo [\\$]	C. Variables [\\$]	Total
<b>Costos de Producción</b>			
Materia Prima	-	95.353	95.353
Insumos	-	25.756	25.756
Mano de obra directa	-	174.791	174.791
<b>Gastos de Fabricación</b>			
Amortizaciones	76.108	-	76.108
Mano de obra indirecta	92.656	-	92.656
Mantenimiento	8.333	-	8.333
Elementos de protección personal	500	-	500
Agua	1.134	616	1.750
Energía Eléctrica	2.214	52.710	54.924
Combustible	-	144.581	144.581
<b>TOTAL PRODUCCIÓN</b>	<b>180.946</b>	<b>493.806</b>	<b>674.751</b>
<b>Administración y comercialización</b>			
Mano de obra indirecta	158.826	-	158.826
Gastos administrativos	8.862	-	8.862
<b>TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COM.</b>	<b>167.688</b>	<b>-</b>	<b>167.688</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	59.176	-	59.176
<b>TOTAL</b>	<b>407.809</b>	<b>493.806</b>	<b>901.615</b>

Tabla 6.9 Costos Mensuales Año 4

<b>Año 5</b>			
Concepto	C. Fijo [\\$]	C. Variables [\\$]	Total
<b>Costos de Producción</b>			
Materia Prima	-	103.172	103.172
Insumos	-	27.578	27.578
Mano de obra directa	-	101.922	101.922
<b>Gastos de Fabricación</b>			
Amortizaciones	76.108	-	76.108
Mano de obra indirecta	101.922	-	101.922
Mantenimiento	8.333	-	8.333
Elementos de protección personal	500	-	500
Agua	1.134	666	1.800
Energía Eléctrica	2.214	56.677	58.891
Combustible	-	157.153	157.153
<b>TOTAL PRODUCCIÓN</b>	<b>190.211</b>	<b>447.168</b>	<b>637.379</b>
<b>Administración y comercialización</b>			
Mano de obra indirecta	174.708	-	174.708
Gastos administrativos	8.862	-	8.862
<b>TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COM.</b>	<b>183.570</b>	<b>-</b>	<b>183.570</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	51.779	-	51.779
<b>TOTAL</b>	<b>425.561</b>	<b>447.168</b>	<b>872.729</b>

Tabla 6.10 Costos Mensuales Año 5

<b>Año 6</b>			
Concepto	C. Fijo [\\$]	C. Variables [\\$]	Total
<b>Costos de Producción</b>			
Materia Prima	-	111.632	111.632
Insumos	-	29.536	29.536
Mano de obra directa	-	211.497	211.497
<b>Gastos de Fabricación</b>			
Amortizaciones	76.108	-	76.108
Mano de obra indirecta	112.114	-	112.114
Mantenimiento	8.333	-	8.333
Elementos de protección personal	500	-	500
Agua	1.134	719	1.853
Energía Eléctrica	2.214	60.943	63.157
Combustible	-	170.819	170.819
<b>TOTAL PRODUCCIÓN</b>	<b>200.403</b>	<b>585.146</b>	<b>785.549</b>
<b>Administración y comercialización</b>			
Mano de obra indirecta	192.179	-	192.179
Gastos administrativos	8.862	-	8.862
<b>TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COM.</b>	<b>201.041</b>	<b>-</b>	<b>201.041</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	44.382	-	44.382
<b>TOTAL</b>	<b>445.827</b>	<b>585.146</b>	<b>1.030.972</b>

Tabla 6.11 Costos Mensuales Año 6

<b>Año 7</b>			
Concepto	C. Fijo [\\$]	C. Variables [\\$]	Total
<b>Costos de Producción</b>			
Materia Prima	-	120.786	120.786
Insumos	-	31.640	31.640
Mano de obra directa	-	232.646	232.646
<b>Gastos de Fabricación</b>			
Amortizaciones	74.332	-	74.332
Mano de obra indirecta	123.325	-	123.325
Mantenimiento	8.333	-	8.333
Elementos de protección personal	500	-	500
Agua	1.134	777	1.911
Energía Eléctrica	2.214	65.530	67.744
Combustible	-	185.672	185.672
<b>TOTAL PRODUCCIÓN</b>	<b>209.839</b>	<b>637.051</b>	<b>846.890</b>
<b>Administración y comercialización</b>			
Mano de obra indirecta	211.397	-	211.397
Gastos administrativos	8.862	-	8.862
<b>TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COM.</b>	<b>220.259</b>	<b>-</b>	<b>220.259</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	36.985	-	36.985
<b>TOTAL</b>	<b>467.083</b>	<b>637.051</b>	<b>1.104.135</b>

Tabla 6.12 Costos Mensuales Año 7

<b>Año 8</b>			
Concepto	C. Fijo [\\$]	C. Variables [\\$]	Total
<b>Costos de Producción</b>			
Materia Prima	-	130.690	130.690
Insumos	-	33.899	33.899
Mano de obra directa	-	255.911	255.911
<b>Gastos de Fabricación</b>			
Amortizaciones	74.332	-	74.332
Mano de obra indirecta	149.224	-	149.224
Mantenimiento	8.333	-	8.333
Elementos de protección personal	500	-	500
Agua	1.134	840	1.974
Energía Eléctrica	2.214	70.463	72.677
Combustible	-	201.818	201.818
<b>TOTAL PRODUCCIÓN</b>	<b>235.737</b>	<b>693.621</b>	<b>929.358</b>
<b>Administración y comercialización</b>			
Mano de obra indirecta	232.537	-	232.537
Gastos administrativos	8.862	-	8.862
<b>TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COM.</b>	<b>241.399</b>	<b>-</b>	<b>241.399</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	73.100	-	73.100
<b>TOTAL</b>	<b>550.236</b>	<b>693.621</b>	<b>1.243.857</b>

Tabla 6.13 Costos Mensuales Año 8

Año 9			
Concepto	C. Fijo [\\$]	C. Variables [\\$]	Total
Costos de Producción			
Materia Prima	-	141.407	141.407
Insumos	-	36.328	36.328
Mano de obra directa	-	281.502	281.502
Gastos de Fabricación			
Amortizaciones	74.332	-	74.332
Mano de obra indirecta	149.224	-	149.224
Mantenimiento	8.333	-	8.333
Elementos de protección personal	500	-	500
Agua	1.134	909	2.043
Energía Eléctrica	2.214	75.766	77.980
Combustible	-	219.367	219.367
<b>TOTAL PRODUCCIÓN</b>	<b>235.737</b>	<b>755.278</b>	<b>991.016</b>
Administración y comercialización			
Mano de obra indirecta	255.790	-	255.790
Gastos administrativos	8.862	-	8.862
<b>TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COM.</b>	<b>264.652</b>	<b>-</b>	<b>264.652</b>
Financiación			
Intereses bancarios	65.703	-	65.703
<b>TOTAL</b>	<b>566.093</b>	<b>755.278</b>	<b>1.321.371</b>

Tabla 6.14 Costos Mensuales Año 9

Año 10			
Concepto	C. Fijo [\\$]	C. Variables [\\$]	Total
Costos de Producción			
Materia Prima	-	153.002	153.002
Insumos	-	38.938	38.938
Mano de obra directa	-	309.652	309.652
Gastos de Fabricación			
Amortizaciones	74.332	-	74.332
Mano de obra indirecta	164.146	-	164.146
Mantenimiento	8.333	-	8.333
Elementos de protección personal	6.000	-	6.000
Agua	1.134	983	2.117
Energía Eléctrica	2.214	81.469	83.683
Combustible	-	238.443	238.443
<b>TOTAL PRODUCCIÓN</b>	<b>256.160</b>	<b>822.486</b>	<b>1.078.646</b>
Administración y comercialización			
Mano de obra indirecta	281.370	-	281.370
Gastos administrativos	8.862	-	8.862
<b>TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COM.</b>	<b>290.232</b>	<b>-</b>	<b>290.232</b>
Financiación			
Intereses bancarios	58.306	-	58.306
<b>TOTAL</b>	<b>604.697</b>	<b>822.486</b>	<b>1.427.183</b>

Tabla 6.15 Costos Mensuales Año 10

### 6.3.2. Costos Anuales

<b>Año 1</b>			
Concepto	C. Fijo [\$]	C. Variables [\$]	Total [\$]
<b>Costos de Producción</b>			
Materia Prima	-	3.635.835	3.635.835
Insumos	-	266.808	266.808
Mano de obra directa	-	1.575.872	1.575.872
<b>Gastos de Fabricación</b>			
Amortizaciones	1.698.752	-	1.698.752
Mano de obra indirecta	835.367	-	835.367
Mantenimiento	100.000	-	100.000
Elementos de protección personal	6.000	-	6.000
Agua	13.606	6.328	19.934
Energía Eléctrica	26.567	508.769	535.336
Combustible	-	1.468.479	1.468.479
<b>TOTAL PRODUCCIÓN</b>	<b>2.680.293</b>	<b>7.462.091</b>	<b>10.142.383</b>
<b>Administración y comercialización</b>			
Mano de obra indirecta	1.431.938	-	1.431.938
Gastos administrativos	106.344	-	106.344
<b>TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COM.</b>	<b>1.538.282</b>	<b>-</b>	<b>1.538.282</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	887.643	-	887.643
<b>TOTAL</b>	<b>5.106.217</b>	<b>7.462.091</b>	<b>12.568.308</b>

Tabla 6.16 Costos Anuales Año 1

<b>Año 2</b>			
Concepto	C. Fijo [\$]	C. Variables [\$]	Total [\$]
<b>Costos de Producción</b>			
Materia Prima	-	3.635.835	3.635.835
Insumos	-	266.852	266.852
Mano de obra directa	-	1.733.460	1.733.460
<b>Gastos de Fabricación</b>			
Amortizaciones	1.698.752	-	1.698.752
Mano de obra indirecta	918.904	-	918.904
Mantenimiento	100.000	-	100.000
Elementos de protección personal	6.000	-	6.000
Agua	13.606	6.343	19.949
Energía Eléctrica	26.567	547.063	573.630
Combustible	-	1.468.479	1.468.479
<b>TOTAL PRODUCCIÓN</b>	<b>2.763.829</b>	<b>7.658.031</b>	<b>10.421.861</b>
<b>Administración y comercialización</b>			
Mano de obra indirecta	1.575.132	-	1.575.132
Gastos administrativos	106.344	-	106.344
<b>TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COM.</b>	<b>1.681.476</b>	<b>-</b>	<b>1.681.476</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	887.643	-	887.643
<b>TOTAL</b>	<b>5.332.948</b>	<b>7.658.031</b>	<b>12.990.979</b>

Tabla 6.17 Costos Anuales Año 2

<b>Año 3</b>			
Concepto	C. Fijo [\\$]	C. Variables [\\$]	Total [\\$]
<b>Costos de Producción</b>			
Materia Prima	-	3.933.973	3.933.973
Insumos	-	285.680	285.680
Mano de obra directa	-	1.906.806	1.906.806
<b>Gastos de Fabricación</b>			
Amortizaciones	1.698.752	-	1.698.752
Mano de obra indirecta	1.010.794	-	1.010.794
Mantenimiento	100.000	-	100.000
Elementos de protección personal	6.000	-	6.000
Agua	13.606	6.847	20.454
Energía Eléctrica	26.567	588.240	614.807
Combustible	-	1.596.173	1.596.173
<b>TOTAL PRODUCCIÓN</b>	<b>2.855.720</b>	<b>8.317.718</b>	<b>11.173.438</b>
<b>Administración y comercialización</b>			
Mano de obra indirecta	1.732.645	-	1.732.645
Gastos administrativos	106.344	-	106.344
<b>TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COM.</b>	<b>1.838.989</b>	<b>-</b>	<b>1.838.989</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	798.879	-	798.879
<b>TOTAL</b>	<b>5.493.587</b>	<b>8.317.718</b>	<b>13.811.305</b>

Tabla 6.18 Costos Anuales Año 3

<b>Año 4</b>			
Concepto	C. Fijo [\\$]	C. Variables [\\$]	Total [\\$]
<b>Costos de Producción</b>			
Materia Prima	-	4.256.559	4.256.559
Insumos	-	305.898	305.898
Mano de obra directa	-	2.097.486	2.097.486
<b>Gastos de Fabricación</b>			
Amortizaciones	913.299	-	913.299
Mano de obra indirecta	1.111.874	-	1.111.874
Mantenimiento	100.000	-	100.000
Elementos de protección personal	6.000	-	6.000
Agua	13.606	7.395	21.001
Energía Eléctrica	26.567	632.516	659.083
Combustible	-	1.734.970	1.734.970
<b>TOTAL PRODUCCIÓN</b>	<b>2.171.346</b>	<b>9.034.824</b>	<b>11.206.170</b>
<b>Administración y comercialización</b>			
Mano de obra indirecta	1.905.909	-	1.905.909
Gastos administrativos	106.344	-	106.344
<b>TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COM.</b>	<b>2.012.253</b>	<b>-</b>	<b>2.012.253</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	710.114	-	710.114
<b>TOTAL</b>	<b>4.893.714</b>	<b>9.034.824</b>	<b>13.928.538</b>

Tabla 6.19 Costos Anuales Año 4

<b>Año 5</b>			
Concepto	C. Fijo [\$]	C. Variables [\$]	Total [\$]
<b>Costos de Producción</b>			
Materia Prima	-	4.605.597	4.605.597
Insumos	-	327.614	327.614
Mano de obra directa	-	1.223.061	1.223.061
<b>Gastos de Fabricación</b>			
Amortizaciones	913.299	-	913.299
Mano de obra indirecta	1.223.061	-	1.223.061
Mantenimiento	100.000	-	100.000
Elementos de protección personal	6.000	-	6.000
Agua	13.606	7.988	21.594
Energía Eléctrica	26.567	680.125	706.692
Combustible	-	1.885.837	1.885.837
<b>TOTAL PRODUCCIÓN</b>	<b>2.282.534</b>	<b>8.730.222</b>	<b>11.012.756</b>
<b>Administración y comercialización</b>			
Mano de obra indirecta	2.096.500	-	2.096.500
Gastos administrativos	106.344	-	106.344
<b>TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COM.</b>	<b>2.202.844</b>	<b>-</b>	<b>2.202.844</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	621.350	-	621.350
<b>TOTAL</b>	<b>5.106.728</b>	<b>8.730.222</b>	<b>13.836.950</b>

Tabla 6.20 Costos Anuales Año 5

<b>Año 6</b>			
Concepto	C. Fijo [\$]	C. Variables [\$]	Total [\$]
<b>Costos de Producción</b>			
Materia Prima	-	4.983.256	4.983.256
Insumos	-	350.943	350.943
Mano de obra directa	-	2.537.958	2.537.958
<b>Gastos de Fabricación</b>			
Amortizaciones	913.299	-	913.299
Mano de obra indirecta	1.345.367	-	1.345.367
Mantenimiento	100.000	-	100.000
Elementos de protección personal	6.000	-	6.000
Agua	13.606	8.631	22.237
Energía Eléctrica	26.567	731.317	757.884
Combustible	-	2.049.823	2.049.823
<b>TOTAL PRODUCCIÓN</b>	<b>2.404.840</b>	<b>10.661.928</b>	<b>13.066.768</b>
<b>Administración y comercialización</b>			
Mano de obra indirecta	2.306.150	-	2.306.150
Gastos administrativos	106.344	-	106.344
<b>TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COM.</b>	<b>2.412.494</b>	<b>-</b>	<b>2.412.494</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	532.586	-	532.586
<b>TOTAL</b>	<b>5.349.920</b>	<b>10.661.928</b>	<b>16.011.847</b>

Tabla 6.21 Costos Anuales Año 6

<b>Año 7</b>			
Concepto	C. Fijo [\\$]	C. Variables [\\$]	Total [\\$]
<b>Costos de Producción</b>			
Materia Prima	-	5.391.883	5.391.883
Insumos	-	376.007	376.007
Mano de obra directa	-	2.791.754	2.791.754
<b>Gastos de Fabricación</b>			
Amortizaciones	891.989	-	891.989
Mano de obra indirecta	1.479.904	-	1.479.904
Mantenimiento	100.000	-	100.000
Elementos de protección personal	6.000	-	6.000
Agua	13.606	9.328	22.935
Energía Eléctrica	26.567	786.362	812.930
Combustible	-	2.228.069	2.228.069
<b>TOTAL PRODUCCIÓN</b>	<b>2.518.067</b>	<b>11.583.403</b>	<b>14.101.470</b>
<b>Administración y comercialización</b>			
Mano de obra indirecta	2.536.765	-	2.536.765
Gastos administrativos	106.344	-	106.344
<b>TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COM.</b>	<b>2.643.109</b>	<b>-</b>	<b>2.643.109</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	443.821	-	443.821
<b>TOTAL</b>	<b>5.604.997</b>	<b>11.583.403</b>	<b>17.188.401</b>

Tabla 6.22 Costos Anuales Año 7

<b>Año 8</b>			
Concepto	C. Fijo [\\$]	C. Variables [\\$]	Total [\\$]
<b>Costos de Producción</b>			
Materia Prima	-	5.834.017	5.834.017
Insumos	-	402.941	402.941
Mano de obra directa	-	3.070.929	3.070.929
<b>Gastos de Fabricación</b>			
Amortizaciones	891.989	-	891.989
Mano de obra indirecta	1.790.684	-	1.790.684
Mantenimiento	100.000	-	100.000
Elementos de protección personal	6.000	-	6.000
Agua	13.606	10.084	23.691
Energía Eléctrica	26.567	845.551	872.118
Combustible	-	2.421.814	2.421.814
<b>TOTAL PRODUCCIÓN</b>	<b>2.828.847</b>	<b>12.585.337</b>	<b>15.414.184</b>
<b>Administración y comercialización</b>			
Mano de obra indirecta	2.790.442	-	2.790.442
Gastos administrativos	106.344	-	106.344
<b>TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COM.</b>	<b>2.896.786</b>	<b>-</b>	<b>2.896.786</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	877.200	-	877.200
<b>TOTAL</b>	<b>6.602.833</b>	<b>12.585.337</b>	<b>19.188.169</b>

Tabla 6.23 Costos Anuales Año 8

<b>Año 9</b>			
Concepto	C. Fijo [\\$]	C. Variables [\\$]	Total [\\$]
<b>Costos de Producción</b>			
Materia Prima	-	6.312.406	6.312.406
Insumos	-	431.889	431.889
Mano de obra directa	-	3.378.022	3.378.022
<b>Gastos de Fabricación</b>			
Amortizaciones	891.989	-	891.989
Mano de obra indirecta	1.790.684	-	1.790.684
Mantenimiento	100.000	-	100.000
Elementos de protección personal	6.000	-	6.000
Agua	13.606	10.904	24.510
Energía Eléctrica	26.567	909.194	935.762
Combustible	-	2.632.406	2.632.406
<b>TOTAL PRODUCCIÓN</b>	<b>2.828.847</b>	<b>13.674.823</b>	<b>16.503.670</b>
<b>Administración y comercialización</b>			
Mano de obra indirecta	3.069.486	-	3.069.486
Gastos administrativos	106.344	-	106.344
<b>TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COM.</b>	<b>3.175.830</b>	<b>-</b>	<b>3.175.830</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	788.436	-	788.436
<b>TOTAL</b>	<b>6.793.112</b>	<b>13.674.823</b>	<b>20.467.935</b>

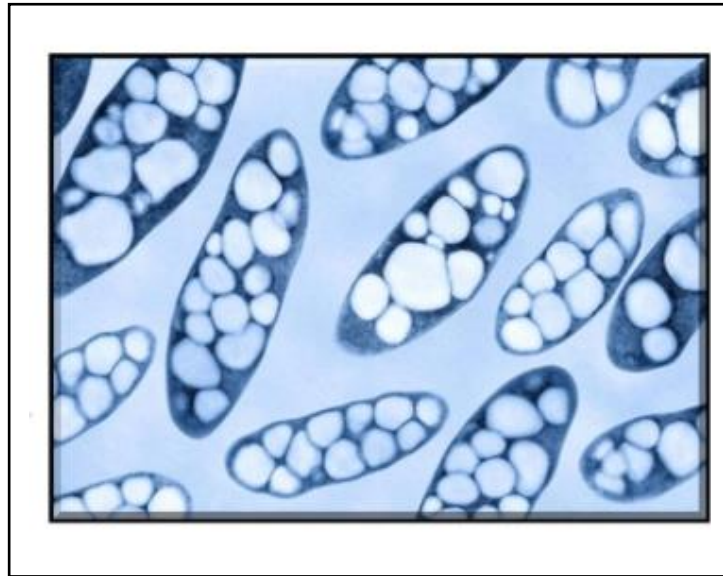
Tabla 6.24 Costos Anuales Año 9

<b>Año 10</b>			
Concepto	C. Fijo [\\$]	C. Variables [\\$]	Total
<b>Costos de Producción</b>			
Materia Prima	-	6.830.024	6.830.024
Insumos	-	463.006	463.006
Mano de obra directa	-	3.715.825	3.715.825
<b>Gastos de Fabricación</b>			
Amortizaciones	891.989	-	891.989
Mano de obra indirecta	1.969.752	-	1.969.752
Mantenimiento	100.000	-	100.000
Elementos de protección personal	6.000	-	6.000
Agua	13.606	11.793	25.399
Energía Eléctrica	26.567	977.628	1.004.196
Combustible	-	2.861.311	2.861.311
<b>TOTAL PRODUCCIÓN</b>	<b>3.007.915</b>	<b>14.859.587</b>	<b>17.867.502</b>
<b>Administración y comercialización</b>			
Mano de obra indirecta	3.376.434	-	3.376.434
Gastos administrativos	106.344	-	106.344
<b>TOTAL ADMINISTRACIÓN Y COM.</b>	<b>3.482.778</b>	<b>-</b>	<b>3.482.778</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	699.672	-	699.672
<b>TOTAL</b>	<b>7.190.365</b>	<b>14.859.587</b>	<b>22.049.952</b>

Tabla 6.25 Costos Anuales Año 10



## Capítulo 7



## INVERSIONES



## 7. INVERSIONES

### 7.1. CALCULO DE LAS INVERISIONES

Las inversiones son todas las derogaciones de capital necesarias para la operación de la empresa. A pesar de ser una empresa pequeña y de producción acorde a su tamaño, la inversión inicial es importante debido a los equipos a utilizar.

El total de inversiones que se necesitará realizar para el proyecto puede separarse en:

- Inversiones de Activo Fijo
- Inversiones de Activo de Trabajo

En las siguientes secciones se clasifican las inversiones según su concepto, y se presentan las planillas correspondientes.

#### 7.1.1. Inversiones en activos fijos

Las inversiones de Activo Fijo comprenden el conjunto de inversiones que se deben realizar en un proyecto para adquirir los bienes que se destinan, en forma directa o indirecta, a realizar la producción industrial.

Son todos los desembolsos que se realizan hasta tener la empresa y su personal capacitados para iniciar las actividades industriales a través de toda su estructura y hacer frente al exceso de algunos gastos durante la puesta en marcha y los que posteriormente se realizan frente a una variación del tamaño o una renovación de los bienes de uso.

##### 7.1.1.1. Terreno

Incluye la adquisición de un terreno de 20x85m<sup>2</sup> y su adquisición para las obras civiles. El terreno tiene un total de 1700 m<sup>2</sup>, dentro de la localidad de Puerto General San José de Martín, Dpto. San Lorenzo, Provincia de Santa Fe, República Argentina con frente a la RN N°11.

Terreno			
Superficie total m <sup>2</sup>	Costo Unitario (U\$S/m <sup>2</sup> )	Costo Unitario (\$/m <sup>2</sup> )	Costo Total (\$)
1700	62	1.054	1.791.800

Tabla 7.1 Inversión en Terreno

##### 7.1.1.2. Edificios, obras civiles y obras complementarias

Este concepto incluye las edificaciones propiamente dichas, las instalaciones eléctricas, de luminaria, sanitarias y de desagüe, y obras contra incendios. Además, se consideran obras complementarias como cercado perimetral y calles interiores de ripio.

Sector	Superficie m2	Costo sin IVA \$	Costo+ IVA \$
<b>Edificio</b>			
Baño oficinas	15	94.800	120.000
Cocina/comedor	15	94.800	120.000
Sala de reuniones	30	189.600	240.000
Oficina administracion	23	142.200	180.000
Oficina gerencia	23	142.200	180.000
Recepción	18	113.760	144.000
Baño M	10	63.200	80.000
Baño H	10	63.200	80.000
Laboratorio	18	113.760	144.000
Pasillo de ingreso	51	322.320	408.000
Pasillo de ingreso producción	21	132.720	168.000
Sala de Insumos	24	151.680	192.000
Sala de producto terminado	32	202.240	256.000
Cacilla de seguridad	4	25.280	32.000
Pasillo oficinas	21	132.720	168.000
Sala de caldera	13	79.000	100.000
Sala de producción	132	834.240	1.056.000
<b>Subtotal</b>		<b>\$ 2.897.720,00</b>	<b>\$ 3.668.000,00</b>
<b>Obras Complementarias</b>			
Cerco perimetral (m)	210	14.267	18.060
Caminos y pavimentación (m <sup>2</sup> )	150	94.800	120.000
Estacionamiento (m <sup>2</sup> )	14	3.318	4.200
<b>Subtotal</b>		<b>\$ 112.385,40</b>	<b>\$ 142.260,00</b>
<b>Total</b>		<b>\$ 3.010.105,40</b>	<b>\$ 3.810.260,00</b>

Tabla 7.2 Inversión en Edificios y Obras Civiles

Concepto	Costo	TOTAL \$
Mano de obra	15% del costo de los materiales	<b>451.516</b>

Tabla 7.3 Inversión en Mano de Obra

	Inversion total \$ sin IVA	Inversion total \$ con IVA
TOTAL OBRAS CIVILES + MANO DE OBRA	\$ 3.461.621,21	\$ 4.261.775,81

Tabla 7.4 Total Inversión en Obras Civiles

### 7.1.1.3. Instalaciones industriales

Se engloban las redes de distribución de los servicios y de las corrientes de producción, además de las instalaciones eléctricas para los equipos industriales.

Concepto	Material	Diametro [pulg.]	Longitud [m]	Sch	Costo por metro [\$]	Costo Total [\$]	Costo de Instalación [\$]	Inversión Total sin IVA [\$]	Inversión Total con IVA [\$]
Cañería de proceso	Acero Comercial	2 1/2	3,5	40	180	631	1.894	2.525	3.055
		1 1/4	33,2	40	103	3.419	10.258	13.677	16.549
		2	1	40	153	153	460	613	742
		1/4	0,5	40	48,00	24,00	72,00	96,00	116
		1/8	15,2	40	30,50	464	1.391	1.854	2.244
		3 1/2	1,2	40	340,00	408	1.224	1.632	1.975
		3	0,5	40	234,26	117	351	469	567
		1	5,3	40	86,72	460	1.379	1.838	2.225
	3/4	1	40	56,51	56,51	170	226	274	
	AISI 316	5	5,8	40	504	2.923	8.770	11.693	14.148
PVC	3	18	40	260	4.680	14.040	18.720	22.651	
Cañería de Servicios Auxiliares	Acero Comercial	1/4	19,7	40	48,00	946	2.837	3.782	4.577
		3	10,5	80	436	4.578	13.734	18.312	22.158
	PVC	3/8	4	40	40,20	161	482	643	778
		2	8,5	40	240	2.040	6.120	8.160	9.874
		1	3	40	82,01	246	738	984	1.191
<b>TOTAL [\$]</b>								<b>85.225</b>	<b>103.123</b>

Tabla 7.5 Inversiones en Instalaciones Industriales

Concepto	Total \$
Gasto en Accesorio 10% de las cañerías	<b>8.523</b>

Tabla 7.6 Inversiones en Accesorios

<b>Inversión total sin IVA [\$]</b>	<b>93.748,0</b>
<b>Inversión total con IVA [\$]</b>	<b>111.645,4</b>

Tabla 7.7 Total de Inversiones Instalaciones Industriales

#### 7.1.1.4. Máquinas y equipamientos de la planta

Se consideran la adquisición e instalación de los equipos necesarios para el proceso y para el transporte de las corrientes.

Equipos Principales				
Equipos	Cant.	Costo unitario	Precio total sin IVA	Precio total con IVA
Evaporador	1	91.500	91.500	110.715
Fermentador	2	174.158	348.316	421.462
Starter	1	186.746	186.746	225.963
Enfriador casco y tubo	1	142.500	142.500	172.425
homogenizador	1	68.200	68.200	82.522
Centrifuga	1	1.134.000	1.134.000	1.372.140
Secador	1	27.227	27.227	32.945
Extrusor	1	330.000	330.000	399.300
Peletizador	1	568.300	568.300	687.643
Envasadora	1	72.000	72.000	87.120
Condensador	1	19.200	19.200	23.232
<b>TOTAL [\$]</b>			<b>2.987.989</b>	<b>3.615.467</b>

Tabla 7.8 Inversiones Equipos Principales

<b>Equipos auxiliares</b>				
Concepto	Cant.	Costo Unitario [\$]	Precio sin IVA [\$]	Precio total con IVA [\$]
Caldera	1	574.332	574.332	727.002
Chiller	1	207.770	207.770	263.000
TK glicerol	1	86.200	86.200	104.302
TK glicerol evap.	1	86.200	86.200	104.302
TK metanol	1	86.200	86.200	104.302
Tk agua de proceso	1	70.500	70.500	85.305
Tk agua de fábrica	1	81.576	81.576	103.261
Tk condensado	1	38.641	38.641	48.913
Tk chiller	1	20.650	20.650	24.987
Osmosis	1	720.000	720.000	871.200
Tk de agua de caldera	1	143.282	143.282	173.371
<b>TOTAL [\$]</b>			<b>2.115.351</b>	<b>2.609.945</b>

Tabla 7.9 Inversiones Equipos Auxiliares

<b>Elementos de control</b>				
Concepto	Cant.	Costo unitario [\$]	Costo total sin IVA [\$]	Costo con IVA [\$]
Medidor de nivel	3	7.006	21.018	25.432
Medidor de PH	3	2.245	6.735	8.149
Bascula industrial	1	22.049	22.049	26.679
Sensor de temperatura	3	1.360	4.080	4.937
Caudalímetro	3	10.587	31.761	38.431
Oxímetro	3	6.700	20.100	24.321
<b>TOTAL [\$]</b>			<b>105.743</b>	<b>127.949</b>

Tabla 7.10 Inversiones Elementos de Control

<b>Equipos de transporte</b>				
Concepto	Cant.	Costo untario [\$]	Precio sin IVA [\$]	Precio con IVA [\$]
Bomba de Engranajes	5	11.534	57.670	69.781
Bomba Centrifuga	4	9.835	39.340	47.601
Transporte de Cangilones	1	37.260	37.260	45.085
Transporte de Tornillo	2	77.050	154.100	186.461
Autoelevador	1	120.000	120.000	145.200
<b>TOTAL [\$]</b>			<b>408.370</b>	<b>494.128</b>

Tabla 7.11 Inversiones Equipos de Transporte

<b>Equipos de Laboratorio</b>				
Concepto	Cant.	Costo unitario	Costo total	Costo c/ IVA
Equipo CC	1	1.800.000	1.800.000	2.178.000
Microscopio	1	13.500	13.500	16.335
Medidor de PH de mesa	1	127.500	127.500	154.275
Instrumental básico de laboratorio			20.000	24.200
Conductímetro	1	7.616	7.616	9.215
Mufla	1	15.000	15.000	18.150
Elementos de titulación			6.000	7.260
Reactivos generales			15.000	18.150
balanza analítica	1	50.200	50.200	60.742
<b>TOTAL [\$]</b>			<b>2.054.816</b>	<b>2.486.327</b>

Tabla 7.12 Inversiones Equipos de Laboratorio

#### 7.1.1.5. Muebles y útiles

Se incluyen los muebles y utilitarios de oficina necesarios para el trabajo administrativo y otras tareas de apoyo.

<b>Costos Muebles y Útiles</b>				
Muebles y Útiles	Requerimiento	Costo unitario [\$]	Costo total sin IVA [\$]	Costo con IVA [\$]
Escritorios para oficinas	5	1.500	7.500	9.075
Sillas para oficinas	10	650	6.500	7.865
Mesa conferencia	1	6.680	6.680	8.083
Impresora	1	7.999	7.999	9.679
Teléfonos	2	370	740	895
Aire acondicionado	3	10.500	31.500	38.115
Organizadores	1	4.000	4.000	4.840
Mesas de comedor	4	2.150	8.600	10.406
Mesada de cocina	1	2.382	2.382	2.882
Lockers	2	4.650	9.300	11.253
Cocina	1	6.998	6.998	8.468
Heladera	1	12.650	12.650	15.307
Cafetera	1	1.700	1.700	2.057
<b>Total</b>			<b>\$ 106.549,00</b>	<b>\$ 128.924,29</b>

Tabla 7.13 Inversiones Muebles y Útiles

#### 7.1.1.6. Luminarias

Se incluyen los equipamientos para iluminación exterior e interior, tanto para la zona de producción como para la zona de laboratorio y oficinas.

	Sector	Luminaria				
		Modelo	Cant.	Costo/ [\$]	Costo Total sin IVA [\$]	Costo total con IVA [\$]
EXTERIORES	Calle ingreso	LASER 2 250 WSAP DIFUNDENTE	3	1.272	3.816	4.617
	Frente laboratorio	LASER 2 250 WSAP DIFUNDENTE	1	1.272	1.272	1.539
	Frente comedor	LASER 2 250 WSAP DIFUNDENTE	1	1.272	1.272	1.539
	Frente oficinas	LASER 2 250 WSAP DIFUNDENTE	1	1.272	1.272	1.539
	Estacionamiento	LASER 2 250 WSAP DIFUNDENTE	1	1.272	1.272	1.539
	Ingreso	LASER 2 250 WSAP DIFUNDENTE	1	1.272	1.272	1.539
	Zona tanques	LASER 2 250 WSAP DIFUNDENTE	1	1.272	1.272	1.539
	Zona caldera	LASER 2 250 WSAP DIFUNDENTE	1	1.272	1.272	1.539
	Zona SAX	LASER 2 250 WSAP DIFUNDENTE	1	1.272	1.272	1.539
INTERIORES	Sala de reuniones	ARIES 254	3	135	404	489
	Baño oficinas	ARIES 254	1	208	208	252
	Cocina/comedor	ARIES 254	4	135	539	652
	Oficina administracion	ARIES 254	3	135	404	489
	Oficina gerencia	ARIES 254	3	135	404	489
	Recepción	ARIES 254	4	135	539	652
	Baño M	200 mhsap	1	208	208	252
	Baño H	200 mhsap	1	208	208	252
	Laboratorio	ARIES 254	5	135	673	815
	Pasillo de ingreso	ARIES 254	4	135	539	652
	Sala de caldera	Delta 136	3	208	624	755
	Pasillo oficinas	ARIES 254	2	135	269	326
	Sala de producción	ALFA 2250 HQI-E	5	410	2.048	2.477
	Sala de materia prima	ARIES 254	2	135	269	326
	Sala de producto terminado	ARIES 254	2	135	269	326
Cacilla de seguridad	ARIES 254	1	135	135	163	
<b>TOTAL [\$]</b>					<b>21.731</b>	<b>26.294</b>

Tabla 7.14 Inversiones Luminaria

### 7.1.2. Inversiones en activos asimilables o cargos diferidos

Las inversiones en activos asimilables o cargos diferidos son aquellas en las que se obtiene un bien o servicio determinado, que a largo plazo se traducen en beneficios no monetarios para la empresa. Se asimilan a activos fijos, y se amortizan con este criterio. Engloba todos los gastos para la realización del proyecto y hasta la operación en régimen. Se consideran entonces los costos durante las etapas de investigación, organización, administración e ingeniería, y puesta en marcha.

#### 7.1.2.1. Gastos en investigación y estudios

Son aquellos en los que se incurre durante la etapa de realización del proyecto. Sus conceptos incluyen los honorarios de los profesionales afectados a la tarea, el uso de herramientas tangibles e intangibles. Se calculan como un 0,5% de los activos fijos totales.

#### 7.1.2.2. Gastos en organización

Son los realizados para constituir la empresa y sus normas de funcionamiento. Se calculan como un 0,5% de los activos fijos totales.

#### 7.1.2.3. Gastos en administración e ingeniería en año

En este punto se consideran los gastos necesarios para las tareas de administración e ingeniería antes de la puesta en marcha. Se engloban los honorarios de los profesionales afectados a la tarea, las pruebas en escalas laboratorio y piloto, y las pruebas de cañerías y equipos en vacío e hidráulicas. Se estiman en un 10% de los activos fijos totales.

#### 7.1.2.4. Gastos de puesta en marcha

Se calculan en función de los dos años sin ventas, debidos a las características del producto. Se describen en la tabla, los conceptos.

<b>COSTOS DE PUESTA EN MARCHA</b>				
Concepto	AÑO1			
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Nivel de producción	40%	60%	80%	100%
Unidades producidas [bolsas]	2.560	3.840	5.120	6.400
Consumo de materia prima	60%	78%	90%	100%
Gastos en materia prima [\$]	2.181.501	2.835.951	3.272.251	3.635.835
Ocupación en MO directa	100%	100%	100%	100%
Gastos en MO directa [\$]	1.575.872	1.575.872	1.575.872	1.575.872
Consumo de combustible	60%	78%	90%	100%
Gastos en combustible [\$]	881.087	1.145.414	1.436.555	1.734.970
Consumo en energía Eléctrica	60%	78%	90%	100%
Gastos en energía eléctrica [\$]	305.261	426.709	529.416	632.516
Consumo de Agua	60%	78%	90%	100%
Gastos en Agua [\$]	11.961	15.560	18.408	21.001
<b>Total de gastos</b>	<b>4.955.682</b>	<b>5.999.506</b>	<b>6.832.503</b>	<b>7.600.194</b>
Gastos por bolsas [\$]	1936	1562	1334	1188
Exeso de gastos por unidad [\$]	748	375	147	0
Exeso de gastos [\$]	1.915.605	1.439.390	752.348	-
<b>TOTAL Gastos [\$]</b>				<b>4.107.342</b>

Tabla 7.15 Gastos de Puesta en Marcha

#### 7.1.2.5. Intereses preoperativos

Son los intereses debidos a los planes de financiamiento de terceros.

#### 7.1.2.6. Imprevistos

Se considera un concepto adicional, con un valor del 0,5% del activo fijo total, con el objetivo de considerar posibles gastos no considerados o imprevistos.

#### 7.1.3. Inversiones en activos de trabajo

Los activos de trabajo incluyen los siguientes conceptos:

##### 7.1.3.1. Materias primas

Se refiere a la adquisición de materias primas necesarias para el proceso productivo. Se describen en la tabla.

<b>COSTOS UNITARIOS MATERIA PRIMA</b>	
Glicerol	9,60 \$/Kg
E. Coli Recombinante	850 \$/g

Tabla 7.16 Precio Unitario Materia Prima

##### 7.1.3.2. Insumos de packaging

Se engloban los gastos para adquirir los insumos necesarios para el packaging y para la distribución al cliente. Se detallan en la siguiente tabla

<b>COSTOS UNITARIOS INSUMOS</b>	
Bolsas	26,78 \$/Bolsa

Tabla 7.17 Precio Unitario Insumo de Packaging

#### 7.1.3.3. Producción en proceso

Se refiere al costo de la producción que todavía no ha alcanzado las condiciones establecidas para la comercialización.

#### 7.1.3.4. Productos elaborados en stock

Representa el costo de tener stock de productos elaborados, listos para comercialización.

#### 7.1.3.5. Créditos otorgados a clientes

Corresponde a créditos para con clientes debidos a la venta de producto con pago en plazo.

#### 7.1.3.6. Disponibilidad de caja

Es la reserva de dinero de que debe disponerse para la realización de la actividad de la empresa y solventar los gastos en que se incurren, hasta que se generen los flujos de fondos positivos debidos a las ventas. Los conceptos considerados como dichos gastos son sueldos, energía eléctrica, agua, transporte. No se consideran las amortizaciones.

## 7.2. PLANILLA DE INVERSIONES

PLANILLA DE INVERSIONES											
Rubro	Costo Año 0	Costo Año 1	Costo Año 2	Costo Año 3	Costo Año 4	Costo Año 5	Costo Año 6	Costo Año 7	Costo Año 8	Costo Año 9	Costo Año 10
<b>Inv. En Activos Fijos</b>											
Terreno	1.791.800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Obras Civiles	3.461.621	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equipos	7.672.269	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Luminarias	21.731	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Instalaciones Industriales	512.711	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Muebles y Útiles	106.549	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Subtotal Activos Fijos</b>	<b>13.566.681</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Inv. En Cargos Diferidos</b>											
Gastos de Administración e Ingeniería	1.277.144	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de Puesta en Marcha	-	4.107.342	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Investigación y estudios	63.857	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Imprevistos	63.857	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Organización de la Empresa	63.857	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Intereses Preoperativos	887.643	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Subtotal Cargos Diferidos</b>	<b>2.356.359</b>	<b>4.107.342</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>IVA sobre A.F. y C. Diferidos</b>	<b>3.343.838</b>	<b>862.542</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Inv. Activos de Trabajo</b>	<b>415.700</b>	<b>12.702.737</b>	-	<b>346.041</b>	<b>343.051</b>	<b>370.561</b>	<b>405.566</b>	<b>436.168</b>	<b>473.278</b>	<b>510.031</b>	<b>552.065</b>
<b>TOTAL INVERSIONES</b>	<b>19.682.578</b>	<b>17.672.621</b>	-	<b>346.041</b>	<b>343.051</b>	<b>370.561</b>	<b>405.566</b>	<b>436.168</b>	<b>473.278</b>	<b>510.031</b>	<b>552.065</b>

Tabla 7.18 Planilla de Inversiones

## 7.3. PLANILLA DE AMORTIZACIONES

PLANILLA DE AMORTIZACIONES														
RUBROS	Inversión Inicial	Amortización	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Total Amortizaciones	Valor Residual
		[años]												
Terrenos	\$ 1.415.522,00	-												1.415.522
Obras Civiles	\$ 3.461.621,21	30	115.387	115.387	115.387	115.387	115.387	115.387	115.387	115.387	115.387	115.387	1.153.874	2.307.747
Instalaciones Industriales	\$ 93.748,05	10	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	93.748	-
Equipos	\$ 7.672.268,94	10	767.227	767.227	767.227	767.227	767.227	767.227	767.227	767.227	767.227	767.227	7.672.269	-
Muebles y Útiles	\$ 106.549,00	5	21.310	21.310	21.310	21.310	21.310	-	-	-	-	-	106.549	-
Cargos Diferidos	\$ 2.356.358,58	3	785.453	785.453	785.453	-	-	-	-	-	-	-	2.356.359	-
<b>TOTAL MENSUAL</b>			<b>141.563</b>	<b>141.563</b>	<b>141.563</b>	<b>76.108</b>	<b>76.108</b>	<b>74.332</b>	<b>74.332</b>	<b>74.332</b>	<b>74.332</b>	<b>74.332</b>	<b>948.567</b>	<b>310.272</b>
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>\$ 15.106.068</b>		<b>1.698.752</b>	<b>1.698.752</b>	<b>1.698.752</b>	<b>913.299</b>	<b>913.299</b>	<b>891.989</b>	<b>891.989</b>	<b>891.989</b>	<b>891.989</b>	<b>891.989</b>	<b>11.382.798</b>	<b>3.723.269</b>

Tabla 7.19 Planilla de Amortizaciones

7.4. CRONOGRAMA DE INVERSIONES

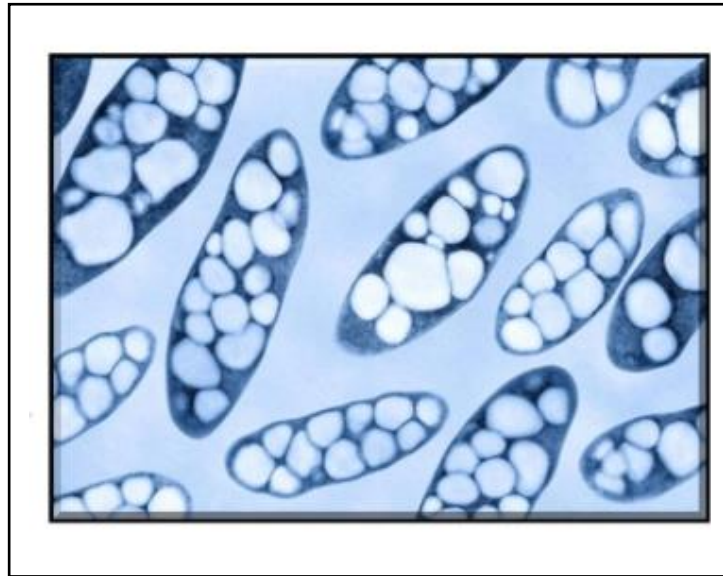
ACTIVIDAD		Meses												
		-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	
Obras civiles	Compra de materiales de construcción y planificación													
	Edificación													
	Instalación de serv. Y cañerías													
Equipamiento	Compra de equipos													
	Instalación de equipos													
	Pruebas													
	Compra e instalación de equipos y muebles de of. Y Lab.													
Puesta a punto	Compra de materia prima													
	Pruebas y puesta a punto													

Tabla 7.20 Planilla de Cronograma de Inversiones





## Capítulo 8



# FINANCIAMIENTO



## 8. FINANCIAMIENTO

### 8.1. FUENTES DE FINANCIAMIENTO

#### 8.1.1. Aportes de capital propio

El capital propio destinado a la realización del proyecto corresponde a \$ 21.961.734 pesos, que significa el 80,79% del capital total necesario. Será aportado por los confeccionadores de este proyecto e interesados.

#### 8.1.2. Aportes externos

El capital de fuentes externas será adquirido mediante el ingreso a los créditos otorgados por el Ministerio de Producción y el Banco Nación, con diferentes características. Los planes considerados, y sus condiciones particulares son:

8.1.2.1. FONAPYME-Producción estratégica. Límite de tres millones de pesos, con una tasa de interés de 16 % anual, con plazo de devolución de hasta 7 años. Esta suma será destinada a adquisición de bienes de capital y a obras de instalaciones, concordando con las propias condiciones del programa.

8.1.2.2. Inversiones de actividades productivas del Banco Nación: Límite de 10 millones de pesos con una tasa anual de 17%, con un plazo de hasta 10 años y un período de gracia de un año. El objetivo del préstamo es la adquisición de bienes de capital de origen nacional o extranjero, nuevos o usados, incluidos rodados y maquinaria agrícola; instalación y/o montaje y accesorios, requeridos para la puesta en marcha de los bienes de capital u otras inversiones en general: construcciones, galpones, alambrados, mejoras fijas, reproductores de cualquier especie, etc. Se incluyen el costo de proyectos de optimización de consumo energético y adquisición de modernos sistemas de iluminación para ambientes laborales.

## 8.2. PLANILLA DE FINANCIAMIENTO

Rubro	Capital Propio	Capital Bancario	Tasa de Interés	Total
<b>Inv. En Activos Fijos</b>	70%	30%		
Terreno	\$ 990.865,40	\$ 424.656,60	17,00%	\$ 1.415.522,00
Obras Civiles	\$ 2.423.134,85	\$ 1.038.486,36		\$ 3.461.621,21
Equipos	\$ 5.370.588,26	\$ 2.301.680,68		\$ 7.672.268,94
Luminarias	\$ 15.211,67	\$ 6.519,29		\$ 21.730,95
Instalaciones Industriales	\$ 65.623,63	\$ 28.124,41		\$ 93.748,05
Muebles y Útiles	\$ 74.584,30	\$ 31.964,70		\$ 106.549,00
<b>Subtotal Activos Fijos</b>	<b>\$ 8.940.008</b>	<b>\$ 3.831.432</b>		
<b>Inv. En Cargos Diferidos</b>	100%	0%		
Gastos de Administración e Ingeniería	\$ 1.277.144,01	\$ -		\$ 1.277.144,01
Gastos de Puesta en Marcha	\$ 4.107.342,33	\$ -		\$ 4.107.342,33
Investigación y estudios	\$ 63.857,20	\$ -		\$ 63.857,20
Imprevistos	\$ 63.857,20	\$ -		\$ 63.857,20
Organización de la Empresa	\$ 63.857,20	\$ -		\$ 63.857,20
Intereses Preoperativos	\$ 887.642,96	\$ -		\$ 887.642,96
<b>Subtotal Cargos Diferidos</b>	<b>\$ 6.463.701</b>	<b>\$ -</b>		<b>\$ 6.463.700,91</b>
<b>IVA sobre A.F. y C. Diferidos</b>	<b>\$ 3.234.779</b>	<b>\$ 804.601</b>		<b>\$ 4.039.380</b>
<b>Inv. Activos de Trabajo</b>	85%	15,0%		
Stock de MP	\$ 3.090.459,45	\$ 545.375,20	17,00%	\$ 3.635.834,65
Stock de Insumos	\$ 226.786,90	\$ 40.021,22		\$ 266.808,12
Stock de Producto Terminado	\$ -	\$ -		\$ -
Stock de EPP	\$ 6.000,00	\$ -		\$ 6.000,00
Disponibilidad en Cajas y Bancos	\$ -	\$ -		\$ -
<b>Subtotal Activos de Trabajo</b>	<b>\$ 3.323.246</b>	<b>\$ 585.396</b>		
<b>TOTAL INVERSIONES</b>	<b>\$ 21.961.734</b>	<b>\$ 5.221.429</b>		<b>\$ 27.183.163</b>

Tabla 8.1 Planilla de Financiamiento

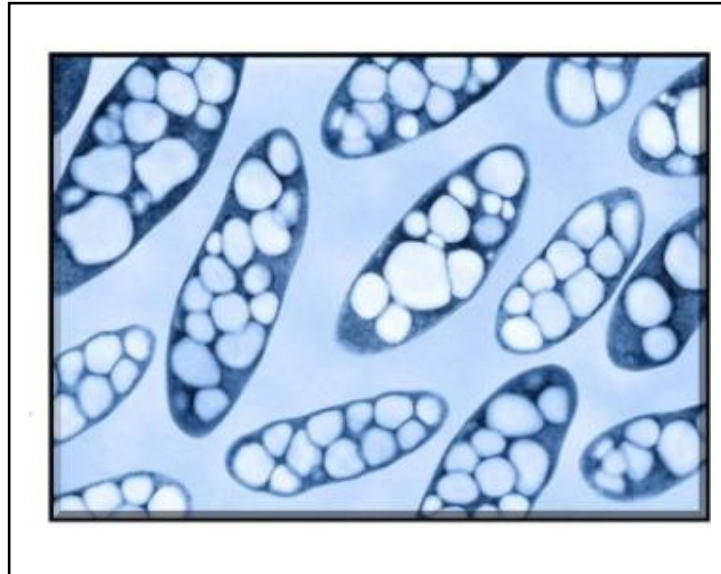
**8.3. PLANILLA AL SERVICIO DE LA DEUDA**

<b>Año</b>	<b>Deuda</b>	<b>Amortización de Capital</b>	<b>Intereses</b>	<b>Valor Cuota</b>	<b>Deuda Final</b>
<b>0</b>	\$ 5.221.429		\$ 887.643	\$ 950.868	\$ 5.221.429
<b>1</b>	\$ 5.221.429	\$ 522.143	\$ 887.643	\$ 1.409.786	\$ 4.699.286
<b>2</b>	\$ 4.699.286	\$ 522.143	\$ 798.879	\$ 1.321.022	\$ 4.177.143
<b>3</b>	\$ 4.177.143	\$ 522.143	\$ 710.114	\$ 1.232.257	\$ 3.655.000
<b>4</b>	\$ 3.655.000	\$ 522.143	\$ 621.350	\$ 1.143.493	\$ 3.132.858
<b>5</b>	\$ 3.132.858	\$ 522.143	\$ 532.586	\$ 1.054.729	\$ 2.610.715
<b>6</b>	\$ 2.610.715	\$ 522.143	\$ 443.821	\$ 965.964	\$ 2.088.572
<b>7</b>	\$ 2.088.572	\$ 522.143	\$ 355.057	\$ 877.200	\$ 1.566.429
<b>8</b>	\$ 1.566.429	\$ 522.143	\$ 266.293	\$ 788.436	\$ 1.044.286
<b>9</b>	\$ 1.044.286	\$ 522.143	\$ 177.529	\$ 699.672	\$ 522.143
<b>10</b>	\$ 522.143	\$ 522.143	\$ 88.764	\$ 610.907	\$ -

*Tabla 8.2 Planilla de Costos de Financiamiento*



## Capítulo 9



## RESULTADOS



## 9. RESULTADOS

### 9.1. ANÁLISIS ECONÓMICO

#### 9.1.1. Determinación del punto de equilibrio (PE) para cada año de duración del proyecto

El punto de equilibrio porcentual se determinó mediante la expresión:

$$PE (\%) = \frac{\text{Costos Fijos}}{\text{Ventas} - \text{Costos Variables}} \cdot 100$$

El punto de equilibrio en unidades se determinó mediante la ecuación:

$$PE (\text{Unidades}) = \frac{\text{Costos Fijos Totales}}{\text{Ventas por Unidad} - \text{Costos Variables por Unidad}}$$

Se presentan los puntos de equilibrio de cada actividad en la siguiente tabla:

PUNTO DE EQUILIBRIO							
Año	Costos Fijos	Costos Variables	Costos Totales	Venta [Bolsas/año]	Ventas [\$/año]	PE %	PE [Bolsas]
1	\$ 5.106.217	\$ 7.462.091	\$ 12.568.308	6222	\$ 21.186.667	37,20	2315
2	\$ 5.332.948	\$ 7.658.031	\$ 12.990.979	6400	\$ 21.792.000	37,73	2415
3	\$ 5.493.587	\$ 8.317.718	\$ 13.811.305	6910	\$ 23.529.307	36,11	2496
4	\$ 4.893.714	\$ 9.034.824	\$ 13.928.538	7477	\$ 25.458.710	29,80	2228
5	\$ 5.106.728	\$ 8.730.222	\$ 13.836.950	8090	\$ 27.546.324	27,14	2196
6	\$ 5.349.920	\$ 10.661.928	\$ 16.011.847	8753	\$ 29.805.123	27,95	2446
7	\$ 5.604.997	\$ 11.583.403	\$ 17.188.401	9471	\$ 32.249.143	27,12	2569
8	\$ 6.602.833	\$ 12.585.337	\$ 19.188.169	10248	\$ 34.893.572	29,60	3033
9	\$ 6.793.112	\$ 13.674.823	\$ 20.467.935	11088	\$ 37.754.845	28,21	3128
10	\$ 7.190.365	\$ 14.859.587	\$ 22.049.952	11997	\$ 40.850.743	27,66	3319

Tabla 9.1 Punto de Equilibrio

Se observa que la actividad a partir del primer año se tiene que vender un 30% de la producción para tener ganancias.

#### 9.1.2. Cuadro de fuentes y usos de fondos

Se presentan los flujos estimados de dinero. Es posible evaluar los requerimientos de dinero que puedan surgir eventualmente y se observa claramente el origen y destino de los fondos. Los cálculos se realizan sobre valores netos, sin IVA, con excepción de las inversiones.

FUENTES Y USOS DE FONDOS											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>FUENTES</b>											
Saldo Ejercicio Anterior	-	-	8.711.318	14.060.024	19.218.566	24.806.052	31.835.458	38.911.376	46.811.061	55.114.972	64.415.869
Aporte Capital Propio	18.638.488	17.672.621	-	346.041	343.051	370.561	405.566	436.168	473.278	510.031	552.065
Créditos no renovables	3.831.432	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Créditos renovables	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ventas	-	21.186.667	21.792.000	23.529.307	25.458.710	27.546.324	29.805.123	32.249.143	34.893.572	37.754.845	40.850.743
Reintegros del IVA	-	3.343.838	862.542	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL DE FUENTES</b>	<b>22.469.920</b>	<b>42.203.126</b>	<b>31.365.860</b>	<b>37.935.371</b>	<b>45.020.327</b>	<b>52.722.937</b>	<b>62.046.146</b>	<b>71.596.687</b>	<b>82.177.912</b>	<b>93.379.849</b>	<b>105.818.677</b>
<b>USOS</b>											
Incremento en activos fijos	19.682.578	8.556.542	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Incremento en activos de trabajo	415.700	12.702.737	-	346.041	343.051	370.561	405.566	436.168	473.278	510.031	552.065
Costo total de lo vendido	-	7.855.632	15.471.333	16.310.771	16.508.434	16.514.268	18.805.286	20.118.534	22.277.637	23.741.646	25.535.316
Impuesto a la ganancia	-	4.665.862	2.212.233	2.526.487	3.132.597	3.861.220	3.849.943	4.245.713	4.415.578	4.904.620	5.360.399
Cancelación de deudas	950.868	1.409.786	1.321.022	1.232.257	1.143.493	1.054.729	965.964	877.200	788.436	699.672	610.907
<b>TOTAL DE USOS</b>	<b>21.049.146</b>	<b>35.190.560</b>	<b>19.004.588</b>	<b>20.415.557</b>	<b>21.127.574</b>	<b>21.800.778</b>	<b>24.026.759</b>	<b>25.677.616</b>	<b>27.954.928</b>	<b>29.855.969</b>	<b>32.058.687</b>
<b>TOTAL FUENTES Y USOS</b>	<b>-</b>	<b>7.012.567</b>	<b>12.361.272</b>	<b>17.519.814</b>	<b>23.892.753</b>	<b>30.922.159</b>	<b>38.019.387</b>	<b>45.919.072</b>	<b>54.222.983</b>	<b>63.523.880</b>	<b>73.759.989</b>
Amortizaciones	-	1.698.752	1.698.752	1.698.752	913.299	913.299	891.989	891.989	891.989	891.989	891.989
<b>SALDO AL EJERCICIO SIGUIENTE</b>	<b>-</b>	<b>8.711.318</b>	<b>14.060.024</b>	<b>19.218.566</b>	<b>24.806.052</b>	<b>31.835.458</b>	<b>38.911.376</b>	<b>46.811.061</b>	<b>55.114.972</b>	<b>64.415.869</b>	<b>74.651.978</b>
<b>SALDO PROPIO DEL EJERCICIO</b>	<b>-</b>	<b>8.711.318</b>	<b>5.348.705</b>	<b>5.158.542</b>	<b>5.587.485</b>	<b>7.029.406</b>	<b>7.075.918</b>	<b>7.899.684</b>	<b>8.303.912</b>	<b>9.300.897</b>	<b>10.236.109</b>

Tabla 9.2 Fuentes y Usos de Fondo

### 9.1.3. Resultados proyectados

Se presentan las utilidades de cada ejercicio

RESULTADOS PROYECTADOS										
Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ventas [\$]	21.186.667	21.792.000	23.529.307	25.458.710	27.546.324	29.805.123	32.249.143	34.893.572	37.754.845	40.850.743
Costos de Producción [\$]	10.142.383	12.990.979	13.811.305	13.928.538	13.836.950	16.011.847	17.188.401	19.188.169	20.467.935	22.049.952
Gastos de puesta en marcha [\$]	4.107.342	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stock de productos [\$]	605.333	-	49.637	53.708	58.112	62.877	68.033	73.611	79.647	86.179
Gastos de Admin. Y Comercialización [\$]	1.538.282	1.681.476	1.838.989	2.012.253	2.202.844	2.412.494	2.643.109	2.896.786	3.175.830	3.482.778
Gasto Financiero [\$]	887.643	798.879	710.114	621.350	532.586	443.821	355.057	266.293	177.529	88.764
Costo total de lo vendido [\$]	7.855.632	15.471.333	16.310.771	16.508.434	16.514.268	18.805.286	20.118.534	22.277.637	23.741.646	25.535.316
Resultado [\$]	13.331.034	6.320.667	7.218.535	8.950.276	11.032.056	10.999.836	12.130.608	12.615.936	14.013.199	15.315.426
Impuesto a las Ganancias [\$]	4.665.862	2.212.233	2.526.487	3.132.597	3.861.220	3.849.943	4.245.713	4.415.578	4.904.620	5.360.399
Resultado Final [\$]	8.665.172	4.108.433	4.692.048	5.817.680	7.170.836	7.149.894	7.884.895	8.200.358	9.108.579	9.955.027

Tabla 9.3 Cuadro de Resultados Proyectados



## 9.2. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD

### 9.2.1. Valor actual neto

El VAN se calculó mediante la siguiente expresión:

$$VAN = \sum_{t=0}^{t=10} \frac{Y_t - E_t}{(1+i)^t} - I_0$$

Donde:

- $Y_t$ : ingresos de cada período
- $E_t$ : egresos de cada período
- $i$ : tasa de interés
- $I_0$ : inversión en el año 0

La tasa de rentabilidad anual se calcula mediante la expresión

$$\text{Tasa de Rentabilidad (\%)} = \frac{VAN}{\text{Inversión} \cdot \text{Período de análisis}} \cdot 100$$

Por último, el tiempo de retorno, que representa el tiempo en el que el saldo acumulado pasa de un valor negativo a un valor positivo, se toma como el último año en el que este saldo acumulado es negativo.

#### 9.2.1.1. Análisis del VAN Total

<b>DETERMINACIÓN DEL BENEFICIO NETO</b>										
<b>Ejercicio</b>	<b>Inversión A. Fijo</b>	<b>Inversión A. de Trabajo</b>	<b>Imp. Ganancias</b>	<b>Egresos totales</b>	<b>Utilidad ante Imp.</b>	<b>Amortizaciones</b>	<b>Intereses Financ.</b>	<b>Ingresos totales</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Diferencia Acum</b>
0	13.566.681	415.700	-	13.982.381	-	-	887.643	887.643	-13.094.738	<b>-13.094.738</b>
1	4.107.342	12.702.737	4.665.862	21.475.941	13.331.034	1.698.752	887.643	15.917.429	-5.558.513	<b>-18.653.251</b>
2	-	-	2.212.233	2.212.233	6.320.667	1.698.752	798.879	8.818.297	6.606.064	<b>-12.047.187</b>
3	-	346.041	2.526.487	2.872.528	7.218.535	1.698.752	710.114	9.627.402	6.754.873	<b>-5.292.314</b>
4	-	343.051	3.132.597	3.475.648	8.950.276	913.299	621.350	10.484.925	7.009.277	<b>1.716.964</b>
5	-	370.561	3.861.220	4.231.781	11.032.056	913.299	532.586	12.477.940	8.246.160	<b>9.963.123</b>
6	-	405.566	3.849.943	4.255.509	10.999.836	891.989	443.821	12.335.647	8.080.138	<b>18.043.262</b>
7	-	436.168	4.245.713	4.681.881	12.130.608	891.989	355.057	13.377.655	8.695.773	<b>26.739.035</b>
8	-	473.278	4.415.578	4.888.856	12.615.936	891.989	266.293	13.774.218	8.885.362	<b>35.624.397</b>
9	-	510.031	4.904.620	5.414.651	14.013.199	891.989	177.529	15.082.717	9.668.066	<b>45.292.463</b>
10	-3.723.269	552.065	5.360.399	2.189.194	15.315.426	891.989	88.764	16.296.180	14.106.985	<b>59.399.448</b>

Tabla 9.4 VAN Total

<b>Tiempo de retorno [años]</b>	<b>8</b>
<b>Tasa de rentabilidad</b>	<b>7%</b>
<b>VAN</b>	<b>59.399.448</b>





### 9.2.1.2. Cálculo de la tasa interna de retorno del proyecto (TIR)

La TIR se determina determinando la tasa  $i$ , para un valor de VAN igual a 0. La misma expresión del VAN se modifica para obtener la TIR:

$$0 = \sum_{t=0}^{t=10} \frac{Y_t - E_t}{(1+i)^t} - I_0$$

DETERMINACIÓN DE LA TASA INTERNA DE RETORNO DE LA INVERSIÓN TOTAL				
Período	Saldo a Tasa 0	Coficiente	Saldo Propio	Saldo Acumulado
0	-13.094.738	1	-13.094.738	-13.094.738
1	-5.558.513	0,766	-4.255.788	-17.350.526
2	6.606.064	0,586	3.872.448	-13.478.078
3	6.754.873	0,449	3.031.667	-10.446.412
4	7.009.277	0,344	2.408.568	-8.037.844
5	8.246.160	0,263	2.169.496	-5.868.348
6	8.080.138	0,201	1.627.598	-4.240.750
7	8.695.773	0,154	1.341.090	-2.899.659
8	8.885.362	0,118	1.049.171	-1.850.488
9	9.668.066	0,090	874.042	-976.446
10	14.106.985	0,069	976.446	0

Tabla 9.5 TIR

Tasa	31%
------	-----

### 9.2.1.3. Cálculo de la tasa interna de retorno sobre capital propio (TOR)

La TOR es similar a la TIR, pero aplicado sólo al capital propio, sin incluir los créditos tomados.

DETERMINACIÓN DE LA TASA INTERNA DE RETORNO DE LA INVERSIÓN PROPIA				
Período	Saldo a Tasa 0	Coficiente	Saldo Propio	Saldo Acumulado
0	\$ -18.638.488	1,000	\$ -18.638.488	\$ -18.638.488
1	\$ -8.961.303	0,863	\$ -7.731.813	\$ -26.370.301
2	\$ 5.348.705	0,744	\$ 3.981.704	\$ -22.388.596
3	\$ 4.812.502	0,642	\$ 3.091.017	\$ -19.297.579
4	\$ 5.244.434	0,554	\$ 2.906.292	\$ -16.391.287
5	\$ 6.658.845	0,478	\$ 3.183.829	\$ -13.207.458
6	\$ 6.670.352	0,413	\$ 2.751.755	\$ -10.455.703
7	\$ 7.463.516	0,356	\$ 2.656.529	\$ -7.799.174
8	\$ 7.830.633	0,307	\$ 2.404.796	\$ -5.394.378
9	\$ 8.790.865	0,265	\$ 2.329.287	\$ -3.065.091
10	\$ 13.407.314	0,229	\$ 3.065.091	\$ 0

Tabla 9.6 TOR

Tasa:	16%
Efecto Palanca:	0,519

#### 9.2.1.4. Relación entre los análisis de inversión propia y total

Esta relación se determina mediante el cálculo del siguiente índice:

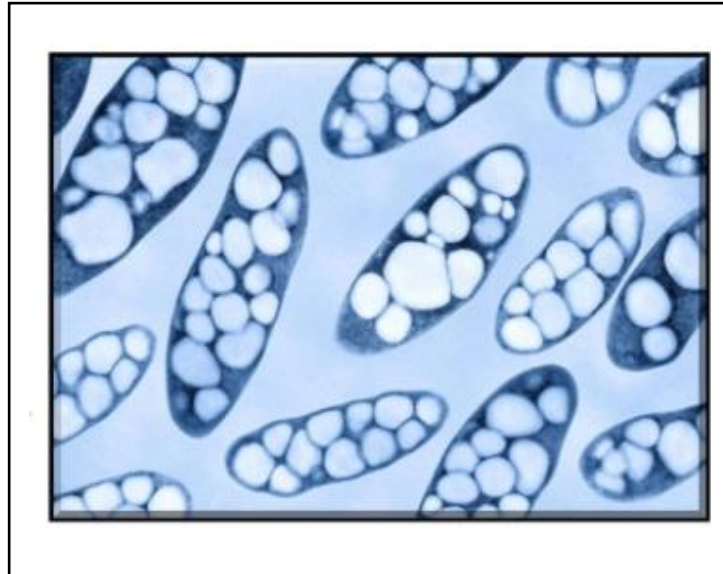
$$\text{Índice de Palanca } I_{EP} = \frac{\text{Rentabilidad de la Inversión Propia}}{\text{Rentabilidad de la Inversión Total}}$$

Como el índice del apalancamiento es menor a 1, indica que el endeudamiento mediante la toma de crédito reduce la rentabilidad del emprendimiento. Sin embargo, al no contarse con un capital que complete el total de la inversión total necesaria, resulta indispensable tomar créditos a pesar de que este acto reduzca la rentabilidad.

Puede agregarse que, por el hecho de tener un VAN positivo, el proyecto resulta rentable en las condiciones en que está planteado. Sin embargo, la TIR representa el valor máximo al que es posible endeudarse sin que la actividad tenga pérdidas como resultado. Se concluye que el proyecto es, si bien rentable, también es acotado en cuanto a las condiciones de adquisición de créditos. Con respecto al tiempo de retorno, 8 años es un tiempo más que aceptable.

Todos estos factores permiten afirmar que el proyecto es rentable de mediano a largo plazo, en las condiciones planteadas.

## Capítulo 10



## CONCLUSIONES



## 10. CONCLUSIONES

### 10.1. CONCLUSION DE MARIA JOSE COBAS

Dado el análisis de resultados del proyecto, puede obtenerse como primer punto destacado los valores positivos de VAN y tasas de retorno, que a simple vista indican una buena rentabilidad. Esta conclusión sin embargo resulta un tanto apresurada, ya que se requiere de una gran inversión y el tiempo de retorno lejano en comparación a otros proyectos. Además, si bien las tasas de retorno presentan valores favorables, comparativamente representan menores rentabilidades que una inversión de menor riesgo como ser un plazo fijo. A su vez, pienso que es interesante por ser un mercado no explorado en nuestro país, y que podría competir directamente con empresas internacionales.

En lo personal, realizar el Proyecto Final fue una experiencia extraordinaria y de mucho sacrificio y representa la conclusión de un camino largo pero muy enriquecedor, que, principalmente en este punto, representó un gran trabajo en equipo con Gonzalo. Fue muy importante su apoyo y dedicación, ya que durante la realización del proyecto los dos nos encontrábamos trabajando, y actualmente siendo también compañeros en la misma empresa.

### 10.2. CONCLUSION DE GONZALO NAHUEL VIDONDO

Respecto a los indicadores económicos, y como ya se expuso en el capítulo de resultados, el proyecto es rentable, aunque a mediano a largo plazo, y con una inversión inicial elevada. Si bien es posible acceder a créditos, el monto de éstos no alcanza a abarcar el porcentaje requerido, siendo necesaria una gran inversión de capital propio, lo cual, a nivel personal, resulta imposible. Es importante destacar uno de los aspectos más fuertes del producto, sobre el que se basó todo el análisis: la producción nacional de bioplásticos, único con estas características, factor que podría ser la clave del éxito de un emprendimiento de estas características, y que justifique una operación con tan alto grado de riesgo.

Con respecto a la realización del proyecto, puedo destacar dos aspectos: el primero, es la aplicación de una enorme cantidad de conceptos aprendidos a lo largo de estos años como estudiante en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia. Es sumamente confortante poder abarcar tantos aspectos de un proyecto industrial y poder encarar cada punto con los conocimientos, cuanto menos, básicos. El segundo aspecto, y quizás el de mayor valor personal, es el de haber podido realizar este trabajo con María Jose, amiga que me dejó la facultad y con quien además hoy puedo trabajar.



## BIBLIOGRAFIA

- LIBROS
  - Formoso (1999) "2000 Procedimientos Industriales al Alcance de Todos".
  - Perry H. (1992) "Manual del Ingeniero Químico".
  - Mc Cabe W. y Smith J. (2001) "Operaciones Unitarias en Ingeniería Química".
  - Box Mateo, J. M. (1993) "Biotecnología, Agricultura y Alimentación"
  - Crueger, W. y Crueger A. (1993) "Biotecnología: Manual de Microbiología Industrial"
  - Tortora, G.; Funke, B. y Case, C. (2007) "Inducción a la Microbiología"
  - Priest. y Stewart G. (2006) "Handbook of Brewing"
  
- PUBLICACIONES Y REVISTAS
  - Digulioa, C. Fermanellia, M. S. Renzina , L.B. y Pierella A. (2014) "Obtención de productos de interés industrial a partir de la revalorización de glicerol"
  - Posada-Duque J., Cardona-Alzate C. (2010) "Análisis de la refinación de glicerina obtenida como coproducto en la producción de biodiésel."
  - Alfredo de Ráfols. Salvat. (1964) "Aprovechamiento industrial de los productos agrícolas."
  - Carrazo, P. M., González Estévez, V., Picchio, M L. Año (2010) "Evaluación de procesos de transformación de glicerina." Facultad Regional Villa María, Universidad Tecnológica Nacional.
  - Glycerine&Oleochemical Division (1990) "Glycerine: an overview. The Soap and Detergent Association."
  - Morales W. G., Sequeira A., Chamorro E., Abolio Sobral M., De Sousa H. y Herrero E. R. "Catálisis Heterogénea En La Obtención De Biodiesel"
  - Packaging, Revista Énfasis "Bioplásticos, oportunidad de negocio para el país"
  - Packaging, Revista Énfasis "Bioplásticos: últimas tendencias en el envase alimentario"
  - Packaging, Revista Énfasis "Perspectivas del mercado de bioplásticos"
  - Packaging, Revista Énfasis "Incrementa demanda de productos bioplásticos"

- PAGINAS WEB
  - INDEC – [www.indec.mecon.ar](http://www.indec.mecon.ar)
  - Food and Agriculture Organization of The United Nations - [www.fao.org](http://www.fao.org)
  - TradeNosis, Servicio de búsqueda de negocios – [www.trade.nosis.com](http://www.trade.nosis.com)
  - Confederación General Empresaria – Noticias de promoción industrial -[www.cge-  
ra.org](http://www.cge-<br/>ra.org)
  - Ministerio de Industria de la Nación - [www.industria.gob.ar](http://www.industria.gob.ar)
  - Empresa Provincial de la Energía (EPE) - [www.epe.santafe.gov.ar](http://www.epe.santafe.gov.ar)
  - Bunge Biodiesel S.A - [www.bungeargentina.com](http://www.bungeargentina.com)
  - ATCC® - [www.atcc.org](http://www.atcc.org)
  - Litoral Gas S.A. - [www.litoral-gas.com.ar](http://www.litoral-gas.com.ar)
  - Aguas Santafesinas S.A - [www.aguassantafesinas.com.ar](http://www.aguassantafesinas.com.ar)
  - Alfa Laval – [www.alfalaval.com](http://www.alfalaval.com)
  - Filtros 3M – [www.3m.com/es/filtración](http://www.3m.com/es/filtración)
  - Lesaffre Argentina – [www.saf-argentina.com.ar](http://www.saf-argentina.com.ar)
  - Megaenvases S.A – [www.mega-envases.com.ar](http://www.mega-envases.com.ar)
  - Parsec – [www.instrumentalparsec.com.ar](http://www.instrumentalparsec.com.ar)
  - AntonPaar – [www.anton-paar.com](http://www.anton-paar.com)
  - Gea – [www.gea.com](http://www.gea.com)
  - Mettler – [es.mt.com](http://es.mt.com)
  - Tecnotanques – [www.distribuidornacional.com](http://www.distribuidornacional.com)
  - Fimaco – [www.fimaco.com.ar](http://www.fimaco.com.ar)
  - EireAquatecnic – [www.erie-aquatecnic.com](http://www.erie-aquatecnic.com)
  - Frío 21 – [www.frio21.com.ar](http://www.frio21.com.ar)
  - Wam – [www.wamgroup.com.ar](http://www.wamgroup.com.ar)
  - Sepco – [www.logismarket.cl](http://www.logismarket.cl)
  - Grundfos – [www.grundfos.com](http://www.grundfos.com)
  - Alibaba – [www.alibaba.com](http://www.alibaba.com)
  - Equipnet – [www.equipnet.com](http://www.equipnet.com)
  - Generador de precios en la construcción –  
[www.argentina.generadordeprecios.info](http://www.argentina.generadordeprecios.info)

- Ministerio de Industria: Fuentes de financiamiento:
- [www.industria.gob.ar/fonapyme](http://www.industria.gob.ar/fonapyme)