



PRODUCCIÓN DE POLI(ÁCIDO LÁCTICO)

PROFESORES:

ING. SIRTORI, NORBERTO RUBÉN
ING. GARCÍA, FABIÁN CARLOS
ING. SEQUEIRA, DANIEL ATILIO

AUTORES:

AVILA DEMITROFF, RODRIGO I.
SÁNCHEZ BLANCO, RAFAEL I.





AGRADECIMIENTOS

A Dios que nos bendice y acompaña en cada paso.

A nuestros padres y familia que nos sostienen.

A todos los docentes, profesores, jefes, amigos y compañeros que nos dieron su aporte en este trayecto.



ÍNDICE

1	SÍNTESIS.....	8
1.1	BREVE RESEÑA DEL PROYECTO	8
1.2	MERCADO, PRODUCCIÓN Y VENTAS	8
1.2.1	<i>Orientación básica del mercado a servir</i>	8
1.2.2	<i>Volúmenes de producción previstos y programa de producción</i>	8
1.2.3	<i>Fuentes de suministro actuales de los productos</i>	8
1.3	FACTIBILIDAD TÉCNICA Y RECURSOS	8
1.3.1	<i>Breve descripción del proceso y grado de actualidad de este</i>	8
1.3.2	<i>Disponibilidad de materias primas, mano de obra, insumos y transporte</i>	9
1.4	LOCALIZACIÓN PREVISTA	9
1.5	MONTO DE INVERSIONES Y RESULTADOS ESPERADOS	9
1.5.1	<i>Inversiones totales del proyecto</i>	9
1.5.2	<i>Rentabilidad del proyecto</i>	9
1.6	FINANCIAMIENTO PREVISTO	9
2	ESTUDIO DE MERCADO Y DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO.....	11
2.1	BIENES A PRODUCIR	11
2.1.1	<i>Descripción de los productos a producir.</i>	11
2.1.2	<i>Subproductos que se derivan y destino que se les dará, mercados asociados.</i>	12
2.1.3	<i>Mercados consumidores del bien y tipo del bien, indicar si es de demanda final, de demanda intermedia o destinados a más ambos mercados</i>	12
2.1.4	<i>Bienes complementarios</i>	12
2.1.5	<i>Bienes competitivos</i>	12
2.2	MERCADOS PREVISTOS	13
2.2.1	<i>Ámbito del análisis (zonal, provincial, regional, nacional).</i>	13
2.2.2	<i>Análisis histórico del mercado (últimos 10 años)</i>	13
2.2.3	<i>Demanda futura (proyectada a 5 años)</i>	17
2.3	TAMAÑO DEL PROYECTO	17
2.3.1	<i>Capacidad de producción proyectada, evolución de la producción.</i>	17
2.3.2	<i>Forma en la que operará la empresa y los cambios previstos si hay que incrementar la producción.</i>	17
2.3.3	<i>Relación de la capacidad con el análisis de mercado</i>	18
2.3.4	<i>Posibilidades futuras de expansión (por sobre los incrementos proyectados)</i>	18
2.4	ESTUDIO DE LOS INSUMOS	18
2.4.1	<i>Disponibilidad de materia prima en función a la capacidad de producción</i>	18
2.4.2	<i>Evolución futura prevista para los insumos, contemplando los aspectos mencionados en el punto 2.4.1.</i>	19
2.5	JUSTIFICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA ADOPTADA	19
2.5.1	<i>Justificación del tamaño por la tecnología adoptada, limitaciones de materias primas, etc.</i>	19
2.5.2	<i>Posibles consecuencias futuras de la tecnología usada.</i>	20
3	LOCALIZACIÓN.....	23



3.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA PREVISTA, CON MAPA REGIONAL Y SI ES POSIBLE MAPA DEL LUGAR A INSTALARSE.	23
3.2	CONDICIONES DE LA LOCALIZACIÓN	23
3.3	FACTORES DECISIVOS, INDICAR LOS QUE SE HAN CONSIDERADO DECISIVOS PARA LA ELECCIÓN DEL LUGAR DE INSTALACIÓN DE LA PLANTA Y EL GRADO DE INCIDENCIA DE CADA UNO DE ELLOS.	26
3.4	IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA PROYECTADA EN Y PARA LA REGIÓN DONDE SE LOCALIZA	27
4	INGENIERÍA.....	29
4.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN	29
4.1.1	<i>Descripción detallada del proceso de fabricación</i>	29
4.1.2	<i>Programa de producción, en forma anual para todo el periodo de análisis.</i>	35
4.1.3	<i>Balance de masa y diagrama de flujos</i>	35
4.2	JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL PROCESO	42
4.2.1	<i>Tecnologías existentes</i>	42
4.2.2	<i>Criterios utilizados para la elección de la tecnología</i>	44
4.3	CÁLCULO, DISEÑO Y ADOPCIÓN DE EQUIPOS	44
4.3.1	<i>Cálculo de los equipos principales</i>	45
4.3.2	<i>Cálculo y/o adopción de equipos auxiliares</i>	65
4.3.3	<i>Cálculo y adopción de equipos para movimiento de fluidos y cañerías</i>	73
4.3.4	<i>Tratamiento de efluentes</i>	79
4.4	TERRENO Y EDIFICIOS	81
4.4.1	<i>Terreno, medidas y características del mismo, régimen de ocupación.</i>	81
4.4.2	<i>Edificios y otras obras civiles</i>	81
5	ORGANIZACIÓN.....	84
5.1	TIPO DE EMPRESA	84
5.2	ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA:	84
5.3	PERSONAL OCUPADO	85
5.4	SISTEMA DE REMUNERACIÓN E INCENTIVOS	86
5.5	PLANILLA DE DETERMINACIÓN DE SALARIOS.	87
6	COSTOS.....	91
6.1	CÁLCULO DE COSTOS	91
6.3	PUESTA EN MARCHA	103
7	INVERSIONES.....	106
7.1	CÁLCULO DE INVERSIONES	106
7.1.1	INVERSIONES EN ACTIVOS FIJOS Y ASIMILABLES	106
8	FINANCIAMIENTO.....	114
8.1	FUENTES DE FINANCIAMIENTO	114
9	RESULTADOS.....	115
9.1	DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE EQUILIBRIO PARA CADA AÑO	115
9.5	TASA INTERNA DE RETORNO DE LA INVERSIÓN PROPIA (TOR)	119
9.6	VALOR ACTUAL NETO	120
	▪ <i>Beneficio Neto del capital propio y Fecha de Retorno de la Inversión (VAN Propio)</i>	122



10	CONCLUSIONES:	124
11	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA:	126
	ANEXO FOLLETERÍA	132



ÍNDICE DE LÁMINAS

Planimetría General	Plano N°1
Distribución de Equipos	Plano N°2
Servicios Auxiliares	Plano N°3
Corte Longitudinal A - A	Plano N°4
Bombas y Motores	Plano N°5
Reactor R-3	Plano N°6
Diagrama Unifilar	Plano N°7



CONSIDERACIONES SOBRE EL PROYECTO

El presente proyecto es un estudio de prefactibilidad de un emprendimiento industrial que se realiza con objetivos didácticos a los efectos de integrar los conocimientos adquiridos por los alumnos en el trayecto de la carrera y de ejercitar a los alumnos en la aplicación de un esquema de trabajo estructurado.

Respecto de un Estudio de prefactibilidad real se marcan las siguientes diferencias principales:

- Dado que los alumnos deben aplicar conocimientos adquiridos en las asignaturas de Procesos y Operaciones se les solicita un tratamiento más profundo en el aspecto de la ingeniería de producción.
- Los temas que no son de la incumbencia de la profesión se tratan con menor profundidad, tal el caso de los Estudios de Mercado y de Comercialización.
- Se hace énfasis en los criterios con que los alumnos aplican los conocimientos adquiridos, a la vez de desarrollar algunos conocimientos nuevos. En los proyectos puede haber errores o faltantes ya que no se pretende una evaluación real.
- Los valores de precios de insumos y productos son estimados y pueden ser diferentes de los reales
- Los valores de las inversiones (precios de equipos, instalaciones y otros) son estimados, en algunos casos los márgenes de error pueden ser altos
- Los tiempos de ejecución del proyecto (año = 0) son estimados en algunos casos con posibles márgenes de error altos.
- Por lo tanto los resultados económicos no pueden tomarse como definitivos



CAPÍTULO N°1 SÍNTESIS



1 SÍNTESIS

1.1 Breve reseña del proyecto

Este proyecto aborda el análisis de factibilidad de la instalación de una planta de producción de Ácido Poliláctico (PLA) de alto peso molecular, a través del método químico de Polimerización por apertura de anillo. El PLA es un bioplástico degradable obtenido a partir de ácido láctico que surge como alternativa al uso de plásticos derivados del petróleo.

1.2 Mercado, producción y ventas

1.2.1 Orientación básica del mercado a servir

Se dirige al sector industrial argentino que se dedica a la producción de bolsas para negocios, botellas y material descartable de uso a bajas temperaturas porque son los que mayor consumo registran.

1.2.2 Volúmenes de producción previstos y programa de producción

	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción mensual [tn/mes]	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250
Producción anual [tn/año]	1760	1870	1980	2090	2200	2310	2420	2530	2640	2750

1.2.3 Fuentes de suministro actuales de los productos

Actualmente en el país no se produce Ácido Poliláctico debiéndose importar, principalmente de industrias localizadas en Brasil.

1.3 Factibilidad técnica y recursos

1.3.1 Breve descripción del proceso y grado de actualidad de este

El proceso puede analizarse por etapas como ser:

Prepolimerización: A la principal materia prima que es el ácido láctico 85%, se la calienta por medio de un Intercambiador de Calor para luego retirar el 15% de agua contenida en un reactor.

Síntesis de Lactida: El Prepolímero y el catalizador, Octoato de Estaño previamente mezclados se transportan a un reactor de síntesis de Lactida.

Purificación de Lactida: Para la polimerización por apertura de anillo es necesario que la Lactida sea purificada y el ácido láctico no reaccionado sea completamente eliminado por lo que se realiza una destilación al vacío.

Polimerización por apertura de anillo de PLA: La Lactida purificada es transportada al reactor de polimerización obteniéndose Ácido Poliláctico de alto peso molecular.



Procesado del PLA: El Ácido Poliláctico de alto peso molecular es filtrado, luego se lo pasa a una extrusora para obtener pequeños cilindros alargados, posteriormente se introduce en un lavador para enfriarlo. Posteriormente se los corta para formar pellets de 3mm. Se los seca con corriente de aire y luego se almacena en silos para su posterior distribución.

1.3.2 Disponibilidad de materias primas, mano de obra, insumos y transporte

Debido a la gran demanda de materia prima de la planta y a la dificultad de transporte interno en el país. Es necesario localizarse lo más cerca posible de los distribuidores de materia prima.

La fábrica necesita de operarios con educación media y profesionales capacitados en carreras relacionadas con tecnicaturas, ingeniería y recursos humanos.

1.4 Localización prevista

Teniendo en cuenta las necesidades de funcionamiento de la empresa, se eligió instalarla en el Parque Industrial La Cantábrica 2 ubicada en la localidad de Haedo en el partido de Morón en la provincia de Buenos Aires. Es un punto estratégico que nos permite reducir la distancia entre la materia prima y los insumos. Además, se encuentra cerca de instituciones públicas de capacitación en todos los niveles académicos que se requieren.

1.5 Monto de inversiones y resultados esperados

1.5.1 Inversiones totales del proyecto

	Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversiones totales presupuestadas	[USD]	753.036	231.473	-990	-730	-988	43.055	31.059	-299	-299	-251	48.637

1.5.2 Rentabilidad del proyecto

Van	3.415.657
VAN Propio	3.139.719
TIR	45%
TOR	96%

Estos valores indican que el proyecto es rentable para el período y las condiciones que se plantean.

1.6 Financiamiento previsto

Inversión requerida [USD]	Fondos Propios [USD]	Préstamo [USD]	Préstamo/tota 1	Capital [USD]
984.509	527.609	456.901	46%	456.901,00



CAPÍTULO N°2

MERCADO



2 ESTUDIO DE MERCADO Y DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO

2.1 Bienes a producir

El bien a producir es pellets de poliéster de ácido láctico a granel para la industria de envases.

2.1.1 Descripción de los productos a producir.

El producto es pellets de ácido poliláctico (PLA) de alto peso molecular, obtenido por el método químico de Polimerización por Apertura de Anillo (ROP) por ser el más adecuado para la obtención de cadenas largas a gran escala.

Este polímero es biodegradable y sustentable, ya que se produce de fuentes renovables y tiene una huella de carbono menor a la de los plásticos convencionales. La huella de carbono del PLA reportada por Morão & de Bie (2019) es de 0,501 kg de CO₂e/kg de PLA para la producción en Tailandia, mientras que para bandejas de PET con 85% de material reciclado Dormer et. al (2013) reporta 1,538 kg CO₂e/kg. Luego de usarse, este polímero puede volver a moldearse bajo calor, compostarse, incinerarse o hidrolizarse para recuperar los monómeros de ácido láctico (Pang et al., 2010).

Comercialización

Debido a que la planta provee a industrias, el producto se comercializa a granel mediante silo. Las ventas se realizan de contado.

Normativa sobre el Ácido Poliláctico

Para la correcta utilización y cumplimiento de las metas propuestas es necesario que los productos de nuestro proceso cumplan con ciertos parámetros. El principal objetivo de las normas que aplican al ácido poliláctico está relacionado con garantizar un nivel de biodegradabilidad adecuado y que su compostaje no afecte la fertilidad del suelo (Ecoplas, 2020).

A nivel nacional el *Instituto Argentino de Normalización y Certificación* (IRAM) confeccionó las normas **IRAM 29420** en el año 2009 para definir claramente los términos aplicables a los polímeros biodegradables, **IRAM 29421** modificada por última vez en junio del 2020 que detalla los métodos de evaluación de compostaje e **IRAM 29422-1** publicada en 2015 detallando un método de análisis por medición de dióxido de carbono producido en condiciones de compostaje controladas.

En el extranjero cabe destacar las normas confeccionadas por la *American Society for Testing and Materials* (ASTM) código **ASTM D6400-19** que trata sobre los términos a utilizar sobre los productos para su correcto tratamiento en la separación de residuos, ASTM D6954 que presenta un marco de referencia para evaluar la degradación térmica, lumínica, oxidativa y biológica de plásticos degradables y **ASTM D7711-11(2015)** que construye un glosario de defectos posibles en pellets de polímero. Por el lado de las normas europeas es necesario mencionar aquellas redactadas por el *Comité Europeo para la Estandarización* (CEN). Las normas de la **EN 13427:2004** a la **EN 13432:2000** tratan sobre material de embalaje. Esta última norma, EN 13432:2000, detalla el criterio para que un material de envasado pueda ser declarado compostable.

A nivel internacional la *International Society for Standardization* (ISO), de forma análoga al accionar de los organismos de estandarización regionales, presenta en ISO



17088:2021 términos y procedimientos para definir plásticos y productos plásticos destinados a ser recuperados mediante reciclaje orgánico.

2.1.2 Subproductos que se derivan y destino que se les dará, mercados asociados.

Este proceso no contempla la producción de ningún subproducto.

2.1.3 Mercados consumidores del bien y tipo del bien, indicar si es de demanda final, de demanda intermedia o destinados a más ambos mercados

El ácido poliláctico de alto peso molecular satisface la necesidad de reemplazar a los polímeros sintéticos o del petróleo por otros más amigables con el medio ambiente. Al ser similar al PET en cuanto a resistencia a la tensión y con un alto módulo de Young, envases de PLA surgieron como una solución que reivindica el empleo de plásticos de un solo uso, sobre todo en el contexto actual que es testigo de un surgimiento del servicio de envíos a domicilio. Adicionalmente se están llevando a cabo investigaciones para la aplicación de polímeros de PLA en la industria automotriz y en el área de impresiones 3D (Sombatsompop et al., 2021).

Como se mencionó anteriormente este polímero biodegradable, sobre todo en su producción a gran escala en contraposición a PLA de grado medicinal, satisface principalmente las necesidades de la industria de producción de embalajes y productos descartables. Cabe recordar que este rubro se transformó a partir de la introducción de leyes que restringen el uso de estos en varios países. Los polímeros de PLA representan una oportunidad para que estos objetos descartables tan importantes para el comercio y la industria puedan seguir siendo producidos y utilizados.

Los polímeros de PLA producen además géneros con propiedades muy interesantes para la industria textil (Grand View Research, 2021). Telas de este polímero presentan suavidad, resistencia a la humedad, buen vuelo y respirabilidad.

La presentación en forma de pellets lo convierte en un bien intermedio. Al ser un material termoplástico es apto para ser transformado en todo tipo de producto por extrusado o moldeado en procesos que no requieren el uso de solventes (Rawal & Mukhopadhyay, 2014, Capítulo 4, p. 75).

2.1.4 Bienes complementarios

En los mercados actuales no se considera como bien complementario al PLA ningún producto o servicio específico.

2.1.5 Bienes competitivos

El principal bien competitivo del ácido poliláctico es el polietilentereftalato (PET) derivado del petróleo en el rubro de envasado flexible y rígido. Este producto se cotiza entre 900 y 1000 dólares por tonelada s/IVA en Alibaba (<https://alibaba.com>). En la base de datos 2021 de INDEC la importación de PET de alto índice de viscosidad durante el 2020 fue de 45 mil toneladas por un valor promedio de US\$ 1.040 por tonelada CIF.

Otro polímero termoplástico biodegradable que podría competir con el PLA es la poli(épsilon caprolactona) o PCL. Esta sustancia tiene propiedades cercanas al PLA como por ejemplo bajo punto de transición vítrea y capacidad de reutilización.. A pesar de ser biodegradable este polímero es de base petroquímica (European Bioplastics, 2020). Durante



el 2020 se importaron 18 toneladas de este polímero a un valor CIF promedio de US\$ 4.517 por tonelada.

2.2 Mercados previstos

2.2.1 Ámbito del análisis (zonal, provincial, regional, nacional).

El proyecto evaluado tiene como objetivo abarcar el mercado nacional argentino.

2.2.2 Análisis histórico del mercado (últimos 10 años)

El PLA no es producido a gran escala en Argentina, al igual que ninguno de los otros biopolímeros, por ello el mercado consumidor debe importar este producto para su consumo. Por ser un producto relativamente novedoso en el mercado su volumen ha ido aumentando en los últimos años. Dentro de la base de datos COMEX se registra al ácido poliláctico bajo la Nomenclatura Común del Mercosur (NCM) 39077000 - *Poli (ácido láctico) en formas primarias*.

Año	Importación (kg)	Monto CIF (US\$)	Exportación (kg)	Monto FOB (US\$)
2020	912.750	2.829.928	Confidencial	Confidencial
2019	241.499	609.273	-	-
2018	270.220	750.561	-	-
2017	339.636	778.220	-	-
2016	109.916	335.385	-	-
2015	171.080	761.338	-	-
2014	154.278	817.541	-	-
2013	180.071	567.199	-	-
2012	260.400	681.763	-	-
2011	13.840	37.227	-	-

Tabla 2.1. Montos y volúmenes de ácido poliláctico operados.

El principal origen del PLA durante el año 2020 fue Estados Unidos con un volumen de 493.776 kg y un precio CIF promedio de US\$ 2.819 por tonelada, seguido de cerca por Tailandia con 415.453 kg y un precio CIF promedio de US\$ 3.404 por tonelada.

La base de datos COMEX Argentina registró exportaciones por primera vez en 2020 analizando el periodo 2011-2020. Los valores no se dan a conocer debido a la baja cantidad de operadores, protegiendo la confidencialidad de las operaciones de la o las empresas productoras/exportadoras.

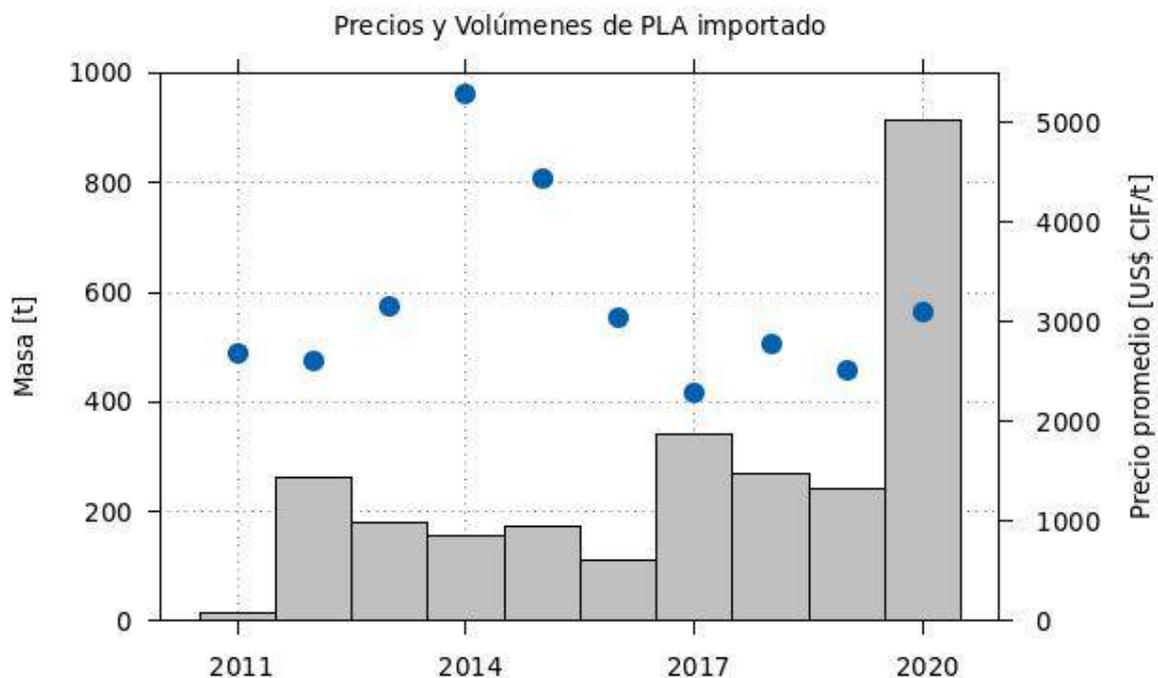


Figura 2.1. Evolución de las importaciones de PLA a Argentina (2011-2020). Datos INDEC.

Estas son algunas de las compañías más importantes en la producción de PLA (Polymer Database, 2020):

- **NatureWorks** es una compañía nacida de la colaboración entre Cargill y PTT Global Chemical de Tailandia. Su planta productiva se encuentra en Blair, Nebraska, Estados Unidos de América. Surgió de la colaboración entre Cargill y Dow. Su capacidad nominal fue de 300 millones de libras al año (136.000 t) según reportan Forbes (2005) y el sitio web de la empresa (<https://www.natureworkslc.com>) hasta su expansión en 2013 donde alcanzó la capacidad de 150.000 toneladas anuales. Adicionalmente, completó la etapa de ingeniería y permisos de una planta integrada de ácido poliláctico en Nakhon Sawan, Tailandia con una capacidad de 75.000 t/año. Su marca registrada es “Ingeo”.
- **Total Corbion** es una compañía producto de la colaboración en partes iguales entre Total y Corbion. Cuenta con una planta de producción de PLA en Rayong, Tailandia con una capacidad de 75.000 toneladas anuales. Actualmente planean abrir una planta de 100.000 toneladas anuales en el año 2024 en Grandpuits, Francia (Total Corbion, 2020). Su marca registrada es “Luminy”.
- **BASF** ofrece polímeros compostables bajo la marca “Ecovio”, que mezcla un polímero de base petroquímica compostable “Ecoflex” con ácido poliláctico y aditivos (BASF, 2021). PlasticsToday (2011) reportó que la capacidad de producción del polímero ecoflex se incrementó de 14.000 t/año a 64.000 t/año en su planta de Ludwigshafen, Alemania; que el producto ecovio contiene

alrededor de 75% PLA y que las modificaciones realizadas también incluían un incremento en la capacidad productiva de su mezcla.

Al menos trece de los 50 principales proveedores de Polymer Database trabajan con ácido poliláctico. La producción global de biopolímeros alcanzó los 2,11 millones de toneladas en 2020, de las cuales aproximadamente 400 mil toneladas son ácido poliláctico (European Bioplastic, 2020).

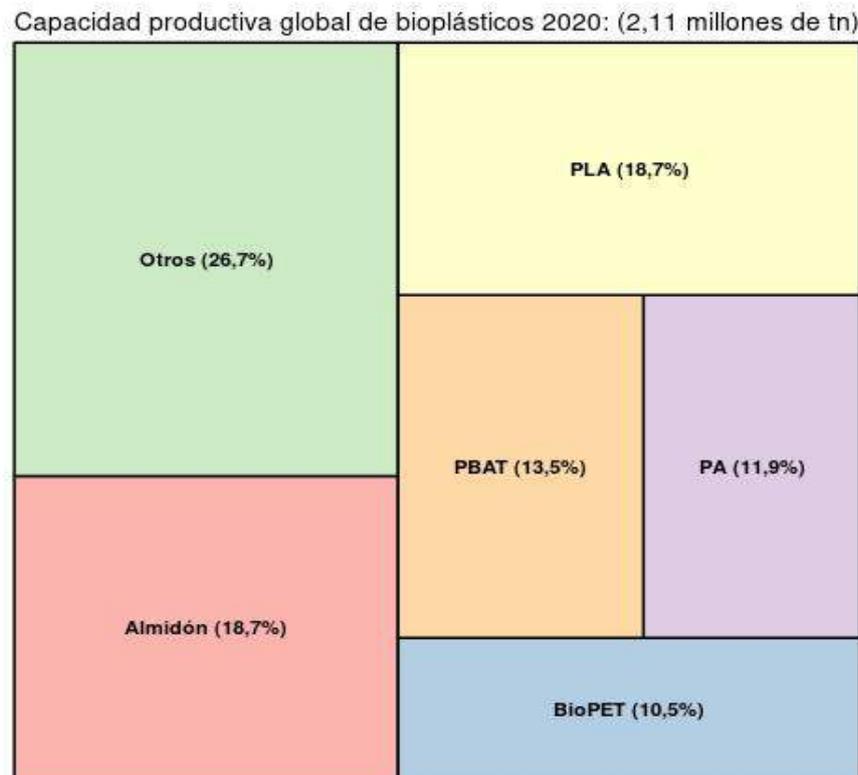


Figura 2.2. Capacidad global de producción de bioplásticos en 2020 en base a datos de European Bioplastics.

Principales consumidores, especificando ubicación, producto final que elaboran y la importancia de cada uno de ellos en el total de la demanda.

No se encontró información al respecto de las alrededor de 200 toneladas anuales importadas entre 2011 y 2019. Tampoco se encontró información del destino de las 900 toneladas que se importaron en 2020. Ninguna compañía operando en Argentina ha realizado difusión de sus actividades relacionadas con PLA en los canales consultados.

A nivel mundial BASF consume su propio PLA para producir film para mantillo (mulching) de uso agrícola bajo la marca registrada “ecovio M”, bolsas de compra y de residuos orgánicos y mezclas expandibles de polímeros con PLA. La compañía Eco-Products (<https://ecoproducts.com>) del grupo Waddington ubicada en Boulder, Colorado, Estados Unidos de América y los Países Bajos ofrece productos de papel, PET reciclado y PLA. Ofrecen 25 productos diferentes con PLA, ya sea en su totalidad como sorbetes y vasos transparentes o recubiertos como bandejas de alimento y vasos para bebidas calientes. En el Reino Unido BioPak (<https://www.biopak.com/>) ofrece productos descartables basados en



PLA o laminados con el mismo. Trabajan con el polímero de NatureWorks, Ingeo. Esta compañía opera en el Reino Unido, en Australia y en Singapur .

De forma similar al análisis de importaciones en Argentina, el Statistisches Bundesamt (Destatis) u Oficina Federal de Estadística de Alemania registra los volúmenes que atraviesan su frontera. En su base de datos Genesis reportan que durante 2020 importaron un volumen de casi 28 mil toneladas de PLA en su forma primaria, con los Países Bajos como principal país de origen con el 76% del volumen total importado (Destatis, 2021). Los Estados Unidos de América, por otro lado, revelan a través de la base de datos del *United States Census Bureau* que durante 2020 importaron poco más de seis mil toneladas de ácido poliláctico (United States Census Bureau, 2021).

- Sistemas actuales de comercialización. Describir los canales habituales de comercialización especificando la política contemplada al respecto por el proyecto.

Las empresas importadoras que distribuyen tienen un sistema de comercialización muy integrado con las redes sociales, páginas web y oficinas de comercialización, donde no sólo presentan sus productos, sino que también ofrecen servicios de asesoramiento. Consultan con cada cliente en particular para ofrecer la mejor cotización acorde a sus necesidades por lo que la gestión de comercialización es eficiente y efectiva y es el modelo de sistema que se adoptará en la empresa.

Disposiciones oficiales que rigen la producción. Comercialización. usos. consumo y precios de los bienes a fabricar.

Según la biblioteca de normas online oficial Infoleg (<http://www.infoleg.gob.ar>) no existe a la fecha ley nacional o decreto nacional relacionado con biopolímeros. A nivel provincial existen varias leyes que prohíben la venta y entrega de productos en bolsas plásticas no biodegradables como la ley de Mendoza 7.319 del año 2004 modificada por 7.765, la ley de La Rioja 8.277 del año 2008, la ley de Neuquén 2.569 del año 2008, la ley de la provincia de Buenos Aires 13.868 del año 2008 y la ley de Río Negro 4.417 del año 2009, entre otras, según recopila el proyecto de ley 5414-D-2015.

La Administración Nacional de Parques Nacionales aprobó un reglamento que busca reducir el uso de plásticos de un solo uso en el corto plazo en cada uno de los parques nacionales de Argentina (Sitio Web Oficial de Argentina, 2020) en lineamiento con los objetivos de la *Agenda 2030* de las Metas para el Desarrollo Sostenible del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas.

Existen además dos proyectos de ley que aún no han sido reglamentados. Estos son:

Expediente **5414-D-2015** del 6 de octubre de 2015. Este expediente presenta como sumario “PROMOCIÓN DE LA PRODUCCIÓN NACIONAL DE BIOPLASTICOS BIOBASADOS BIODEGRADABLES Y SU UTILIZACIÓN CON FINES INDUSTRIALES. RÉGIMEN.” En él se presentan definiciones de biobasado, bioplásticos y biodegradables; se presentan incentivos como exención de gravámenes aduaneros durante 10 años desde la publicación de la ley para insumos, tecnología y bienes de capital; reducción de un 35% en impuesto a las ganancias, y por último exención de pago de derechos de exportación por 15 años desde su aprobación como ley.

El Expediente **3733-D-2016** de sumario “REGULACIÓN Y PROMOCIÓN PARA LA PRODUCCIÓN Y USO SUSTENTABLES DE BIOPLASTICOS (BPL)” toma varios aspectos del 5414-D-2015 y aumenta los beneficios aumentando los plazos de importación libre de gravámenes al doble, 20 años; reduciendo el impuesto a las ganancias en un 35% por 20 años y permitiendo exportar libre de derechos de exportación durante 25 años.



- **Influencia del Tratado del Mercosur en el mercado interno. Situación actual y futura.**

En el marco del Mercosur se ha establecido un arancel externo común (AEC) del 14% sobre el ácido poliláctico (NCM 3907.70.00). Este arancel se ve acompañado por un AEC del 12% sobre ácido láctico, sus sales y ésteres (NCM 2918.11.00), y sobre el 2-etilhexanoato de estaño (II) (NCM 2915.90.22) que es el catalizador de este proceso.

2.2.3 Demanda futura (proyectada a 5 años)

Según la investigación de Grand View Research (2021), el mercado global del ácido poliláctico durante el 2020 fue de 525,47 millones de dólares. El 42% de este se concentró en Estados Unidos de América. La región de Asia sobre el océano Pacífico perfila ser la región de más rápido crecimiento en el período entre los años 2021-2028 impulsado por políticas favorables al desarrollo de estos productos en China y Tailandia. La segunda región de crecimiento incipiente es Europa, influenciada por el crecimiento del sector farmacéutico y de India, debido al crecimiento del sector alimenticio. Grand View Research estima una tasa de crecimiento anual compuesta (TCAC o CAGR en inglés) del 18,1% entre 2021 y 2028 en base a ganancias, es decir, de 566,71 millones de dólares a 1.821,03 millones de dólares.

European-Bioplastics (2020) prevé un crecimiento del mercado de los polímeros biodegradables del 10% entre 2020 y 2025. Cabe recordar que los principales polímeros en esta categoría son los derivados de mezclas de almidón y el PLA.

2.3 Tamaño del proyecto

2.3.1 Capacidad de producción proyectada, evolución de la producción.

La planta iniciará su primer año con producción de 1760 t de PLA, aumentando hasta un 50% la producción en el décimo año logrando 2750 t anuales.

	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción mensual [Tn/mes]	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250
Producción anual [Tn/año]	1760	1870	1980	2090	2200	2310	2420	2530	2640	2750
Crecimiento interanual [%]	-	6.25	5.88	5.56	5.27	5.00	4.76	4.55	4.35	4.17

Tabla 2.2. Programa de producción a futuro (10 años)

2.3.2 Forma en la que operará la empresa y los cambios previstos si hay que incrementar la producción.

La planta opera mínimamente un turno diario de 8 horas de Lunes a Viernes, aumentando los días y turnos de ser necesario para satisfacer la demanda proyectada.

2.3.3 Relación de la capacidad con el análisis de mercado

La producción del primer año de la planta es de 1760 t de PLA que representa casi el 1% del plástico destinado a envases PET del mercado en 2017 (Ensinck, 2017). Por otro lado, la capacidad proyectada es dos veces el volumen total importado de PLA durante el 2020, lo que permite adaptarnos al crecimiento del mercado.

2.3.4 Posibilidades futuras de expansión (por sobre los incrementos proyectados)

Como revela el artículo de Ensinck (2017) y teniendo en cuenta que el PLA tiene características muy similares al PET es muy importante destacar la posibilidad de incursionar en el mercado de la materia prima para preformas. Cabe recordar que el volumen importado de PET durante 2020 fue de 45 mil toneladas por lo que existe la posibilidad de reemplazar parte de estas importaciones en aplicaciones que puedan beneficiarse de una imagen más ecológica.

2.4 Estudio de los insumos

La principal materia prima en el proceso es el ácido láctico, una sustancia quiral. El principal método de elaboración de este ácido es por fermentación bacteriana a partir de azúcares. En el hemisferio sur la principal fuente de estos azúcares es la caña de azúcar (Morão & de Bie, 2019) mientras que en Estados Unidos la fuente principal de azúcares es el maíz.

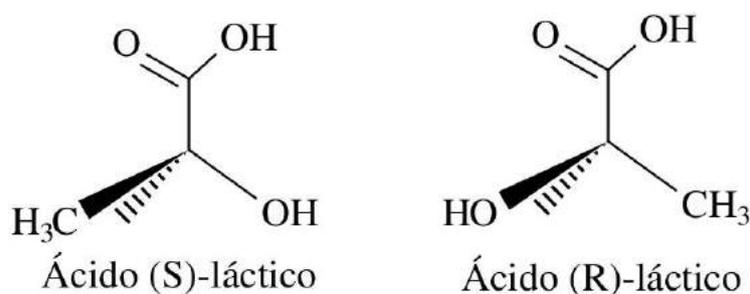


Figura 2.3. Isómeros ópticos de ácido láctico.

En cantidad significativamente menor se utiliza como catalizador el octoato de estaño. En COMEX se registraron 92 toneladas importadas por un monto de 935.862 dólares CIF durante el 2020, registrado bajo la Nomenclatura Común del Mercosur 2915.90.22 2-etilhexanoato de estaño (II). Los orígenes fueron 38 toneladas de china, 37 toneladas de Brasil y las 17 toneladas restantes fueron importadas de Estados Unidos

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

En el año 2020 el Indec registró en COMEX un volumen de importación de ácido láctico, incluyendo sus sales y ésteres, de 2.600 toneladas. El principal origen fue Brasil con 1.350 toneladas seguido por China con 860 toneladas. El volumen de exportación fue mucho menor con solo 2,5 toneladas exportadas. El balance de materia del proceso indica que



durante el primer año de producción se requerirán 2.709 toneladas de ácido láctico o en otras palabras duplicar el volumen importado.

Comelli et al. (2016) en su análisis de métodos para valorizar desechos industriales mediante la producción de ácido láctico expusieron que el interés por el isómero (S) va en aumento para diferentes aplicaciones entre las que destacan usos en medicina e industria farmacéutica y en la industria química, y que la producción nacional es insuficiente. Las importaciones y la compra a distribuidores son la principal solución a corto plazo.

Principales consumidores

Los principales consumidores de ácido láctico son por sector la industria de los biopolímeros, la industria alimentaria y otros usos industriales, que acumulan el 75% en proporciones casi iguales. El 25% restante se reparte entre usos medicinales, la industria de cosméticos y otros (Grand View Research, 2021). Es popular en mercados emergentes del sudeste asiático como China, India e Indonesia para la industria de bebidas.

Debido a su pertenencia a la lista de sustancias generalmente reconocidas como seguras o GRAS es utilizado como agente antimicrobial, agente de encurtido, resaltador de sabor, saborizante y adyuvante, agente controlador de pH y como solvente y vehículo de otras sustancias (Food and Drug Administration, 1984).

Una de las empresas más importantes en el sector alimenticio en Asia es Asahi, que ofrece desde leche cultivada hasta suplementos dietarios con ácido láctico (Asahi Group, 2021).

En Estados Unidos cabe destacar la importancia del ácido láctico en la industria cosmética y farmacéutica (Grand View Research, 2021). Al ser una molécula quiral el ácido láctico es un buen precursor para producir sustancias cuya estereoisomería revista de importancia.

2.4.2 Evolución futura prevista para los insumos, contemplando los aspectos mencionados en el punto 2.4.1.

Una de las empresas más importantes del sector alimenticio y principalmente de producción de ácido láctico desde 1960 es Corbion, fundada en los Países Bajos. Además de su colaboración con la empresa petroquímica Total para producir PLA opera y adquiere empresas para la producción de ácido láctico. Schroeder (2021) reportó sobre los planes de Corbion de expandir su capacidad en un 40% en los Estados Unidos. Grand View Research (2021), prevé un CAGR de 8% desde 2021 a 2028. El mercado global del ácido láctico fue de 2,8 miles de millones de dólares en 2020.

El octoato de Estaño es un catalizador del proceso que también es importado, principalmente de China y Brasil. Por ser un producto especializado no se dispone de información sobre el mercado mundial y nacional de este producto. De lo investigado, se concluye que sólo se puede obtener análisis de mercados realizados por empresas especializadas en el rubro de Análisis de Mercados, debiendo ser comprados.

2.5 Justificación de la tecnología adoptada

2.5.1 Justificación del tamaño por la tecnología adoptada, limitaciones de materias primas, etc.

Dentro de los métodos para la obtención de ésteres de ácido láctico Pang (2010) destaca tres: Condensación directa, condensación azeotrópica y dimerización con posterior polimerización por apertura de anillo (ROP).

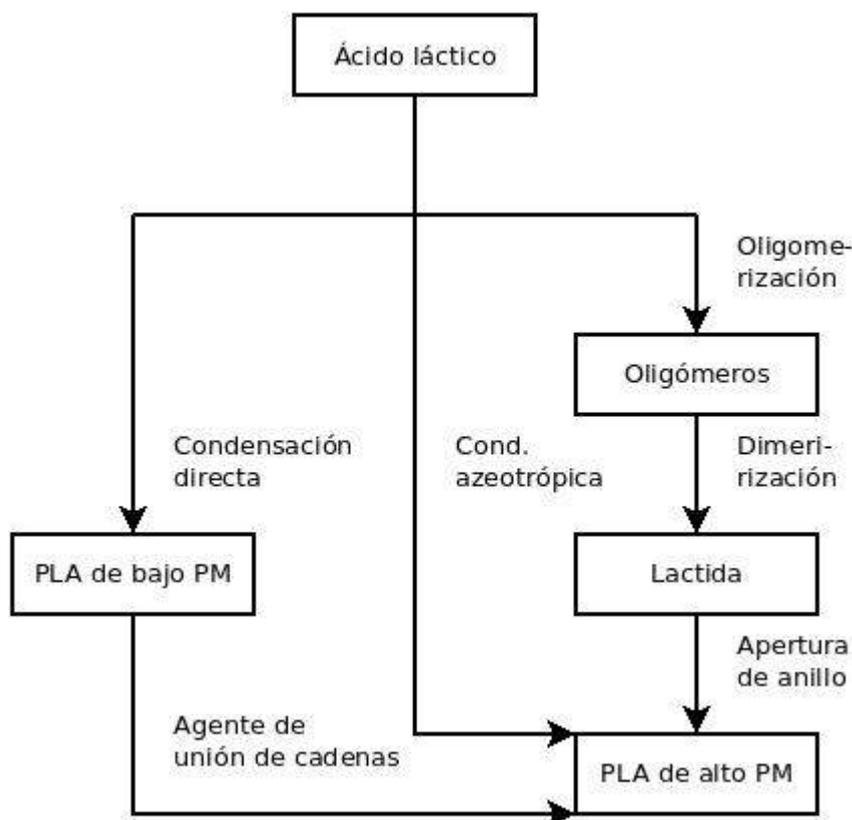


Figura 2.4. Rutas de obtención de PLA en base a Pang (2010).

El método de polimerización por apertura de anillos es el mejor para obtener PLA de alto peso molecular a gran escala para uso industrial sin emplear solventes especiales o agentes promotores de unión de cadenas peligrosos que podrían quedar en el producto final o perderse en el ambiente. Mediante el método ROP se reduce la lista de ingredientes a solo dos, el ácido láctico y el catalizador metálico. A pesar de que se agregan pasos discretos al proceso estos son relativamente menos sensibles que las purificaciones requeridas por los otros dos.

2.5.2 Posibles consecuencias futuras de la tecnología usada.

Por el proceso empleado, la materia prima y el producto final este proceso cumple al menos 9 de los 12 fundamentos de la Química Verde (Sanderson, 2011) lo que refuerza la imagen medioambiental responsable de este proyecto.

Tanto los insumos como los productos son parte de mercados a escala global. Ninguno de ellos proviene, se produce o se consume en un solo continente, lo que protege la cadena de intercambio frente a desastres o eventos adversos localizados.

Aunque los plásticos biodegradables sean prohibidos como sucedió en Australia (Downes et al., 2021) el PLA es compostable, una categoría diferente, estandarizada y que no produce microplásticos.

El uso de la tierra arable disponible, que ronda las 1.400 millones de hectáreas, para la producción de biopolímeros (proyectado en 0,1% para 2025) es de una escala insignificante en comparación con aquella destinada a cultivos (89%) y hasta biocombustibles (4%). A



pesar de que las principales fuentes de ácido láctico sean el maíz y la caña de azúcar se conocen otras fuentes potenciales que no compiten con la alimentación humana como por ejemplo efluentes (Comelli, 2016)

El catalizador a emplear es flexible, siendo un catalizador alternativo los alcóxidos de aluminio (Pang, 2010). Otros catalizadores metálicos como haluros, óxidos y polvos metálicos sueltos o fijos son otros catalizadores aptos (Gruber, 1995).



CAPÍTULO N°3 LOCALIZACIÓN

3 Localización

3.1 Ubicación geográfica prevista, con mapa regional y si es posible mapa del lugar a instalarse.

La ubicación de la fábrica es en el parque industrial Campana. Su dirección es Autopista Ruta Nacional 9 km 70,4, Partido de Campana, Provincia de Buenos.



Figura 3.1. Ubicación del Parque Industrial Campana. Mapa por OpenStreetMap.

3.2 Condiciones de la localización

3.2.1 Disponibilidad de mano de obra, indicando cantidad, calificación y otros detalles

La ciudad de Campana es cabecera del partido homónimo. El Censo Nacional 2010 del departamento de Campana arrojó una población total de aproximadamente 94 mil habitantes con un 12,9% de crecimiento intercensal (INDEC, 2012). La población de edad entre 15 y 64 años es el 64,9% o 61 mil habitantes. Su perfil es industrial, y se vé profundamente marcado por la presencia de importantes empresas como Techint.

En esta ciudad se encuentran centros educativos de todos los niveles. A nivel universitario cuenta con la Facultad Regional Delta de la Universidad Tecnológica Nacional. Esta casa de estudios ofrece las carreras de ingeniería química, eléctrica y mecánica. A nivel técnico se cuenta con la Escuela Técnica Roberto Rocca en Ruta 9 km 41,5, que ofrece las especialidades de electromecánica y electrónica. A nivel terciario cuentan con el Centro de Formación Profesional N° 405 de la red de Centros UOMRA, con oferta de formación en disciplinas como Soldadura, Mecánica y Electricidad, entre otros.

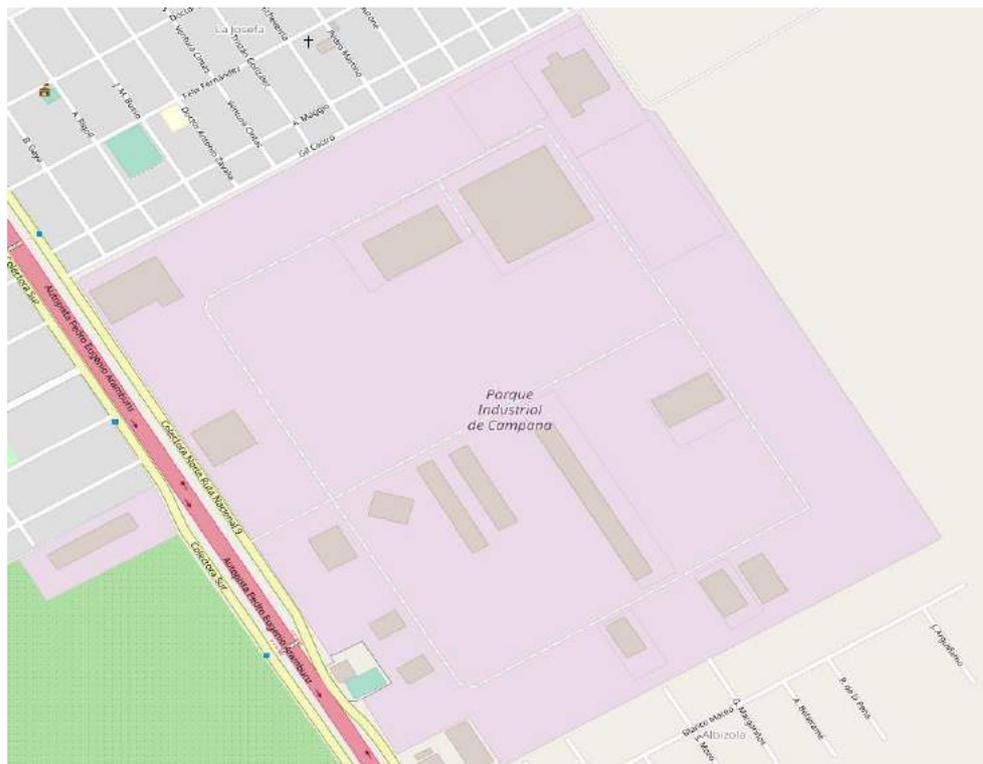


Figura 3.2. Detalle del parque industrial. Mapa por OpenStreetMap.

3.2.2 Disponibilidad de materias primas y materiales, fuentes de abastecimiento, distancias y todo otro aspecto que se considere relevante al Proyecto

La principal fuente de materia prima son las empresas productoras de químicos. Estas empresas se encuentran principalmente en Brasil y China tal como lo revelan las estadísticas del INDEC. Ya que son materias primas de origen internacional su ingreso por vía fluvial y marítima representa el aspecto principal de análisis de su adquisición.

Nombre	Ubicación	Distancia [km]
Galactic	Curitiba, Brasil	1800
Puyer Group	Hong Kong	19800

Tabla 3.1. Ubicación y distancia a proveedores.

3.2.3 Combustibles y fuentes de energía

En su sitio web la administración del Parque Industrial Campana detalla que cuenta con conexión a líneas eléctricas de media y baja tensión. Además, cuenta con gas natural de media presión (15 kg/cm²).

3.2.4 Medios de comunicación disponibles, rutas, ferrocarril, puertos, etc, especialmente indicar los relevantes al Proyecto.

Alrededor del Parque Industrial Campana se sitúan importantes vías de comunicación. Los tres puertos más cercanos al parque industrial son el puerto Euroamérica en la ciudad de

Campana (7 km), el puerto Terminal Zárate (24 km por AU 9 y RN 12) y el puerto de Buenos Aires (73 km por AU 9). El puerto Euroamérica operó 2.821 TEUs en 2020, el de Zárate 112.000 TEUs y el de Buenos Aires 914.000 TEUs (Puertos, Vías Navegables y Marina Mercante, 2021).

La empresa de transporte ferroviario Nuevo Central Argentino (Ramal Mitre) atraviesa la ciudad y une los puertos de Campana, Zárate y Rosario. Se espera que en 2022 esta compañía sea disuelta y pase a formar Trenes Argentinos Cargas por no verse renovada su concesión.

La Autopista 9 conecta el norte de la provincia con la Ciudad de Buenos Aires, mientras que la Ruta provincial 6 rodea el Gran Buenos Aires.

3.2.5 Beneficios Impositivos

Redparques (2018) reporta las normas jurídicas más importantes para parques y emprendimientos industriales. Entre ellas se encuentra la **Ley de la prov. de Buenos Aires 13.656** llamada “Ley de Promoción de la Economía Provincial”. El artículo 2º de esta ley prevé la exención de impuestos provinciales, beneficios sobre impuestos y tasas municipales, descuentos en servicios de luz, agua, gas y comunicaciones, y preferencia en licitaciones frente a diferencias de hasta un 5% o 10% para empresas con certificaciones de calidad de reconocimiento internacional, en cuanto a las condiciones y precios presentados.

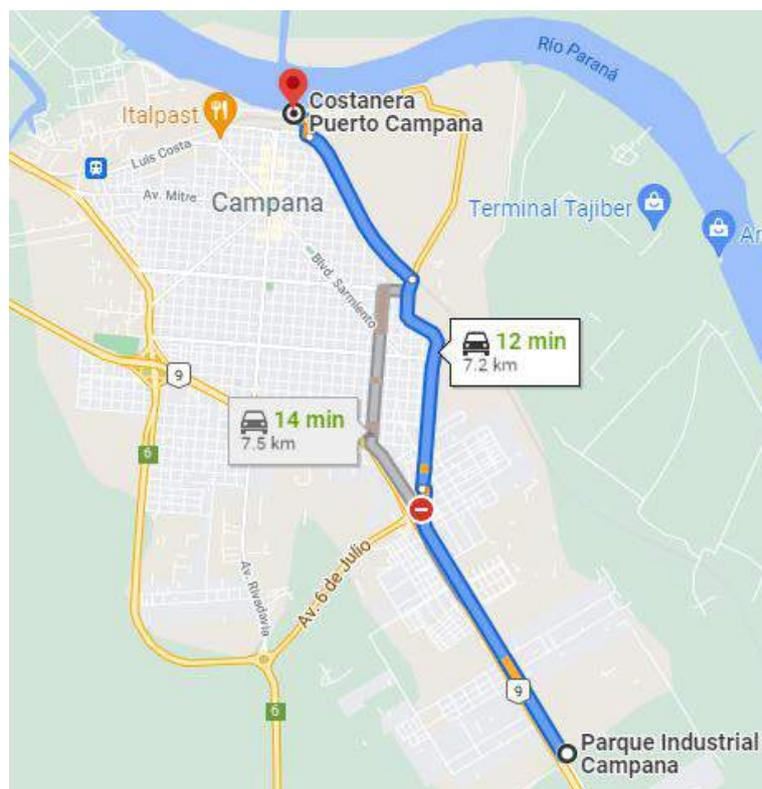


Figura 3.5. Recorrido fábrica-puerto. Mapa por GoogleMaps.



3.3 Factores decisivos, indicar los que se han considerado decisivos para la elección del lugar de instalación de la planta y el grado de incidencia de cada uno de ellos.

Factores decisivos:

Mano de obra disponible: Ya que el proceso de producción es especializado y complejo, requiere de mano de obra calificada y capacitada para cumplir las demandas del sistema.

Teniendo en cuenta que tanto los partidos de Tigre como de Morón superan los 300 mil habitantes mientras que el partido de Campana no supera los 100 mil habitantes, se considera una desventaja del partido de Campana frente a las otras a pesar de considerar que todas tienen acceso a sistemas de educación y capacitación acordes a las exigencias del proceso.

Puertos cercanos: La empresa debe importar materia prima de forma directa. Por el volumen y distancia involucradas, el transporte será a través de barcos. La presencia de puertos cercanos es indispensable. Si bien en la provincia de Buenos Aires hay puertos cercanos a los parques industriales, el parque de Campana se encuentra en una posición de ventaja ya que aparte de tener su propio puerto en el partido, en caso de imprevistos, se encuentra a una distancia estratégica de otros puertos como el de Zárate, el de Ciudad Autónoma y como última opción, el de Rosario.

Urbanización: Por el tipo de empresa de la que se trata se considera que las zonas muy urbanizadas constituyen una desventaja. Evitar este tipo de zonas reduce la posibilidad de conflictos. Si bien todas las localizaciones consideradas son parques industriales, los parques industriales La Cantábrica y Tigre se encuentran en zonas urbanizadas dando ventaja al parque industrial de Campana. Este se encuentra sobre una Ruta Nacional fuera de los límites de la zona urbanizada. En la tabla de factores ponderados un puntaje mayor indica un menor grado de urbanización.

Rutas y autopistas: El transporte en camiones juega un rol importante tanto como último paso de ingreso de materia prima como la posterior salida de producto terminado. Para que esto sea posible deben considerarse tanto la calidad de la infraestructura vial como la disponibilidad de la misma. La cercanía de los parques industriales de Tigre y La Cantábrica a la Ciudad de Buenos Aires los expone a embotellamientos y cortes de rutas.

3.3.1 Toma de Decisión en base al comparativo

En base a las descripciones de los parques industriales y según los criterios expuestos y desarrollados se eligió el Parque Industrial más apto para el emplazamiento de esta fábrica:

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

Después de todo lo analizado en los puntos anteriores y haciendo uso del método de FACTORES PONDERADOS se decide por la opción con el mayor puntaje.



Factor analizado	Peso Asignado	Campana		La Cantábrica		Tigre	
		Calif	Pond	Calif	Pond	Calif	Pond
Mano de Obra	0,2	6	1,2	7	1,4	8	1,6
Puertos cercanos	0,3	8	2,4	6	1,8	7	2,1
Urbanización	0,3	9	2,7	4	1,2	5	1,5
Rutas	0,2	9	1,8	7	1,4	8	1,6
Total	1,0		6,3		4,4		5,2

Tabla 3.1. Selección de localización mediante el método de los Factores Ponderados. En transporte, una mayor calificación representa menores costos.

3.4 Importancia de la industria proyectada en y para la región donde se localiza

Al ubicar esta empresa en la localidad de Campana se da una mayor relevancia al puerto local, así como ofrecer oportunidades de trabajo para los habitantes de esta región y materia prima innovadora para algunas de las empresas de plásticos radicadas en el mismo parque industrial.



CAPÍTULO N°4 INGENIERÍA

4 Ingeniería

4.1 Descripción del proceso de fabricación

El proceso que desarrolla esta empresa es la producción de ácido poliláctico a partir de una solución de ácido láctico al 85% por el proceso de polimerización por apertura de anillo (ROP). Este proceso requiere seguir una serie de pasos los cuales son prepolimerización, síntesis de lactida, purificación y por último la polimerización de esta lactida purificada la cual se moldea como pellets para obtener su presentación comercial más común.

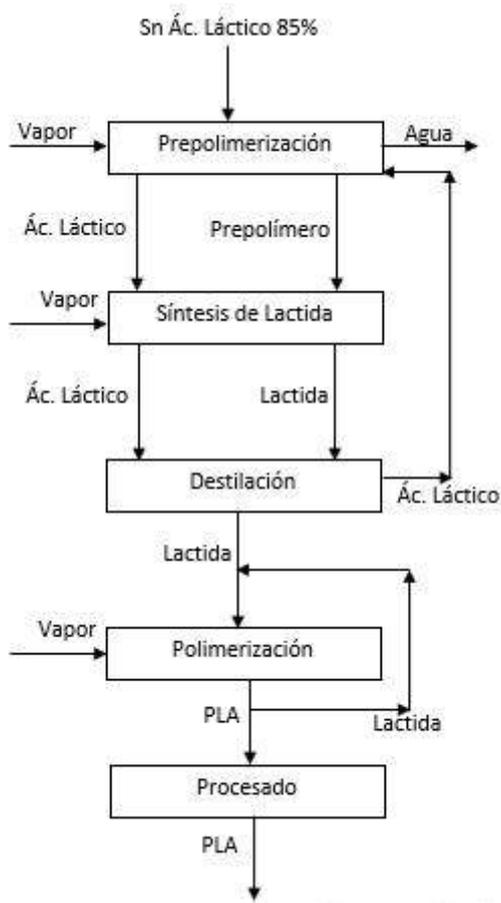


Figura 4.1. Diagrama de bloques del proceso

4.1.1 Descripción detallada del proceso de fabricación

La polimerización por apertura de anillos tiene una serie de pasos definidos. Muchos de los lineamientos generales son detallados en la patente WO 95/09879 solicitada por la empresa Cargill de los autores Gruber P. R. y colaboradores (1995).

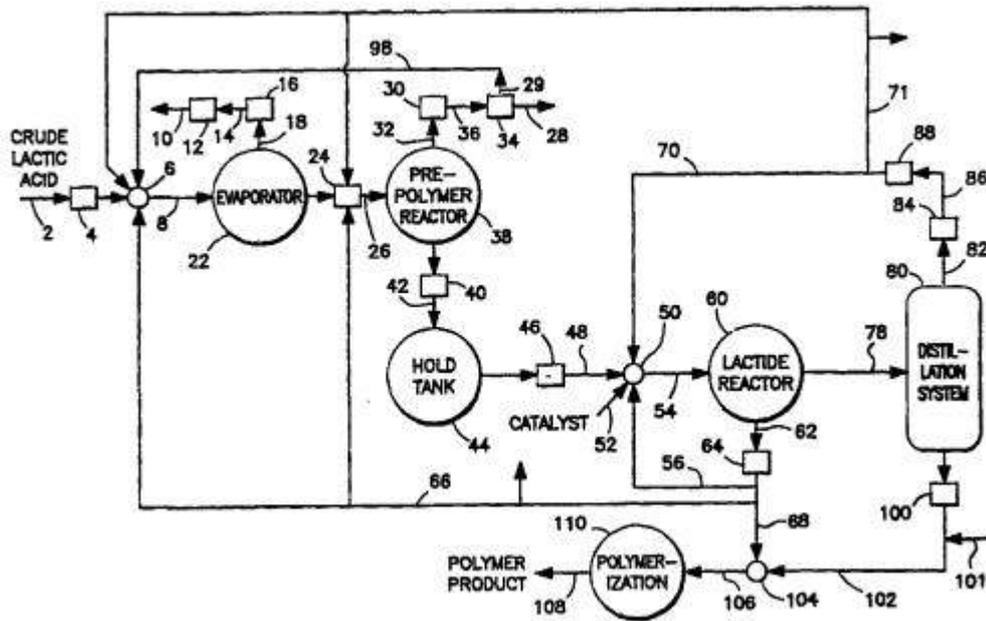


Figura 4.2. Proceso general. Fuente Patente WO 95/09879.

Almacenamiento de materia prima

Consiste en la recepción y almacenamiento de solución comercial de ácido láctico al 85% cuya composición es de al menos 95% del isómero óptico ácido L-láctico en isocontenedores y solución comercial de Octoato de Estaño en bidones de 25Kg. Para mayor facilidad en el traslado de la materia prima, se incluye el diseño de un tanque de almacenamiento de ácido láctico TK-1.

Se utiliza ácido láctico con una composición de al menos 95% del isómero L porque el ácido poliláctico así formado tiene buenas propiedades físicas. Los polímeros de L-lactida predominan en el mercado por sus características porque son rígidos, transparentes e incoloros (Sinclair, 1990).

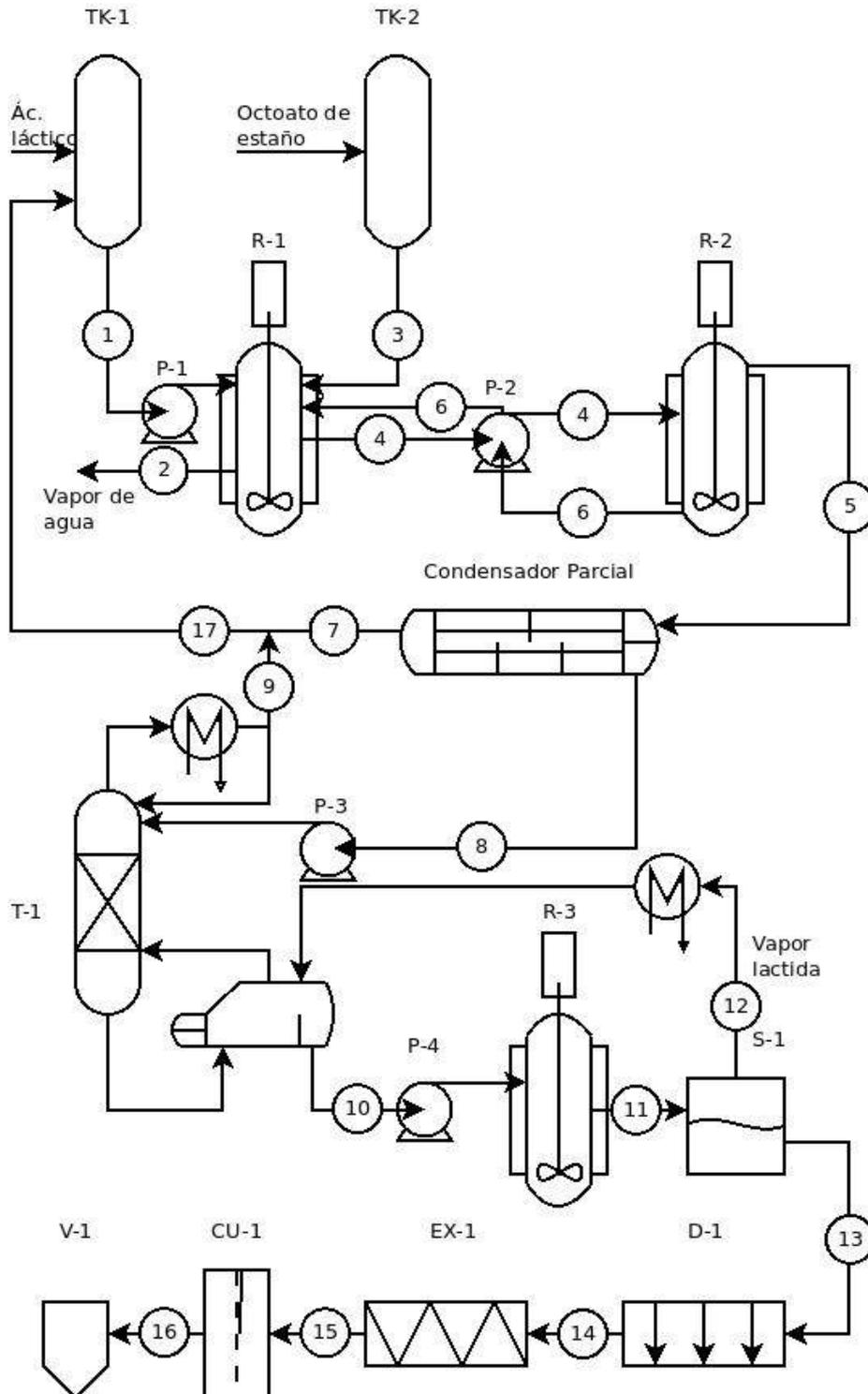


Figura 4.3. Diagrama de flujo del proceso

Prepolimerización

Ya que la solución comercial al 85% se considera como significativamente concentrada no es necesario una operación de evaporación previa. Esta solución es transferida por la bomba P-1 hasta el reactor de Prepolimerización R-1 que opera como un evaporador con agitación para facilitar los fenómenos de transferencia.

El reactor de prepolimerización consiste de un tanque cilíndrico con un mezclador de turbina de seis aspas. Es de acero inoxidable y posee un serpentín exterior por el cual fluye vapor saturado a 15 bar manteniendo así la temperatura en el interior del reactor en 180°C. La presión absoluta dentro del reactor debe ser del orden de los 70 a 250 hPa y debe reaccionar 6 horas según Groot et al. (2010, Capítulo 1, p. 10-13).

La reacción es una esterificación con formación de una molécula de agua. Atento al principio de Le Châtelier, el agua es retirada, conduciendo así a la condensación del ácido.

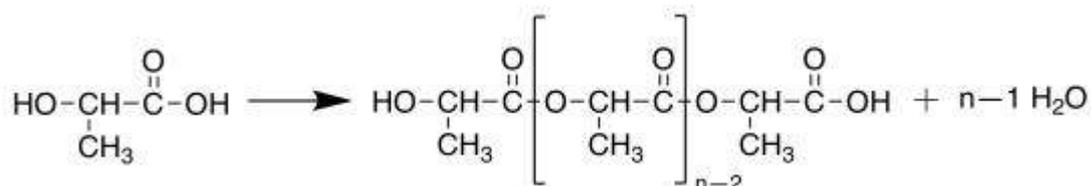


Figura 4.4. Productos de Pre Polimerización

La reacción de prepolimerización es una reacción de equilibrio. El vapor de agua retirado contiene pequeñas cantidades de ácido láctico que se consideran despreciables, por lo que este no se recupera.

Según Gruber (1995), en este paso se obtiene un polímero de peso molecular de entre 400 hasta 2500 g/mol. Al finalizar este paso el 95% del ácido láctico se convierte en prepolímero.

Parámetro	Valor
Temperatura (°C)	180
Presión (mmHg)	70
Tiempo de Reacción (h)	9
Conversión (%)	95

Tabla 4.1. Especificaciones de Reactor de Prepolimerización.

La fase líquida del R-1 es mezclada con la corriente de catalizador en el mismo equipo antes de ingresar al reactor de lactida R-2 (Gruber, 1995).

Según Gruber (1995), los mejores catalizadores son los compuestos de estaño. Seleccionamos el 2-etilhexanoato de Estaño(II) (octoato de estaño) en proporción de 0,07% en peso del prepolímero que es una proporción recomendada en la patente que este publicó.

Síntesis de Lactida

La mezcla de Prepolímero y catalizador del reactor R-1 es conducida hasta el reactor de lactida R-2 mediante la bomba P-2.

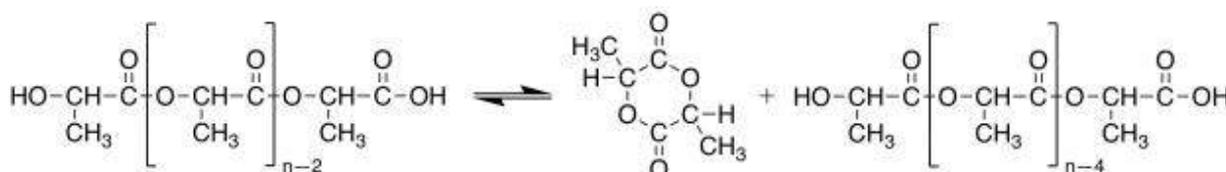


Figura 4.5. Reacción de Formación de Lactida



Tanto Gruber et al. (1995) como Kolbakov et al. (2004) coinciden en que para la síntesis de lactida es necesario la presencia de un catalizador compuesto de iones de estaño y que la reacción se da a temperaturas de 150 a 240°C en vacío de entre 2 mmHg y no más de 60 mmHg. La lactida se obtiene en fase gaseosa por destilación. La reacción toma aproximadamente cuatro horas (Safrit et al., 2013).

El reactor de lactida R-2, que puede considerarse un evaporador, consta de un cilindro de acero inoxidable con mezclador de tipo ancla y serpentín externo de calefacción. Es necesario retirar el vapor de lactida generada para favorecer la reacción de despolimerización. Se incluye un sistema de purga y recirculación para compuestos no volátiles, que se recirculan al R-1.

Parámetro	Valor
Temperatura (°C)	210
Presión (mmHg)	50
Tiempo de Reacción (h)	4
Conversión (%)	90

Tabla 4.2. Especificaciones del reactor de síntesis de lactida

Purificación de Lactida

El vapor que abandona el reactor de lactida R-2 contiene ácido láctico residual y lactida en cantidades significativas. Esta corriente, a la cual se designa con el número 5, ingresa a un condensador parcial. La lactida es condensada mientras que parte del ácido láctico permanece como vapor y es mezclado con la corriente de retorno del destilador cuyo destino es el TK-1. Esta corriente líquida es alimentada al destilador T-1 (Gruber, 1995).

Del destilador se obtienen dos corrientes de salida, teniendo como producto de fondo lactida purificada y como producto de cabeza el resto del ácido láctico, que es recirculado al TK-1. El equipo de destilación consta de una columna que opera a 15 mmHg de presión y 150°C porque ese es el punto de ebullición del ácido láctico .

Polimerización por apertura de anillo de PLA

La corriente 10 conduce la lactida purificada al reactor R-3. La polimerización se realiza en este reactor, a una temperatura de 180°C (Leenslag et al., 1987) y a una presión absoluta de 10 mmHg (1300 Pa). Son necesarias 7 horas para obtener en la corriente 11 un polímero de PLA de alto peso molecular con máximos medidos por viscosidad de 400.000 g/mol. Este reactor consiste de un cilindro vertical de acero inoxidable.

Parámetro	Valor
Temperatura (°C)	180
Presión (mmHg)	10
Tiempo de Reacción (h)	7
Conversión (%)	95

Tabla 4.3. Especificaciones de Reactor de Polimerización por apertura de anillo

La desactivación del catalizador se realiza en combinación con la eliminación de lactida no reaccionada. Se retiran los compuestos volátiles de la corriente de productos de este reactor, obteniéndose la corriente 12 que será condensada totalmente y alimentada al fondo del destilador T-1.

Procesado del PLA

Secado

El PLA debe ser procesado para su comercialización. Este debe contener 250 ppm de agua como máximo antes de la extrusión (Lim et al., 2010). Esta concentración se traduce en 2,7 kg en la corriente de PLA puro. Se trata de cantidades mínimas de agua que se retiran en esta etapa. El secado se realiza en secador del tipo regenerativo de doble lecho de circuito cerrado a 80°C durante 1,3 h con caudal de 0,016 m³/min/kg. Durante su operación el aire de proceso atraviesa el PLA y luego atraviesa el lecho de material secante, mientras que el lecho de reserva se regenera.

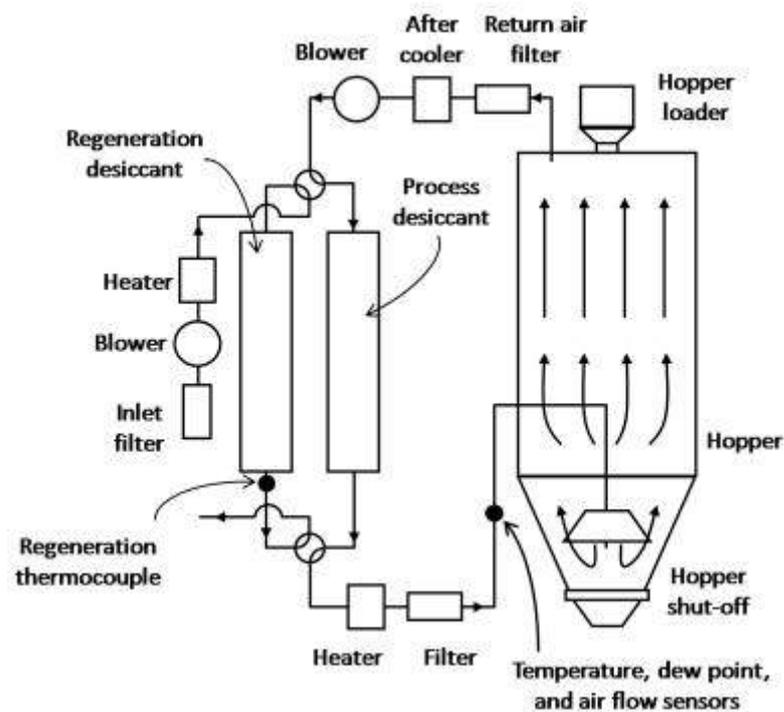


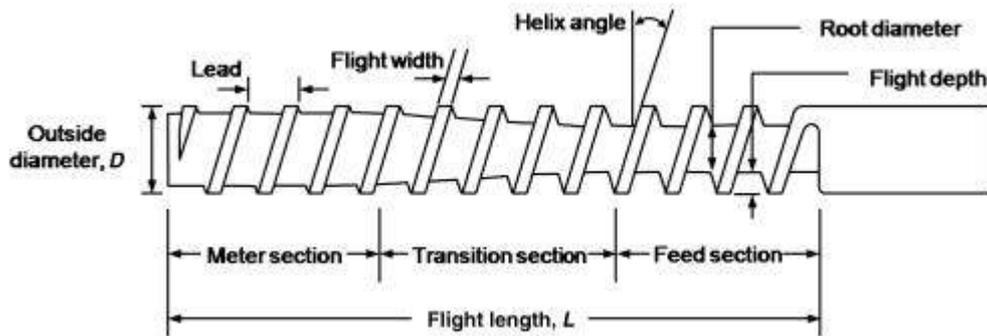
Figura 4.6. Secador por corriente de aire ascendente. Ilustración de Tim et al.

Extrusión

El PLA es un reemplazo directo e inmediato, para los termoplásticos tradicionales de origen petroquímico. Por lo tanto se utiliza un equipo de extrusión por tornillo convencional. Estos equipos se componen por tres secciones:

- (1) la sección de alimentación actúa como un tornillo sinfín que recibe los gránulos de polímero y transporta el polímero.
- (2) la sección de transición, también conocida como la sección de compresión o fusión, está diseñada con la profundidad de vuelo disminuyendo gradualmente para comprimir el material y potenciar su contacto con el cañón.
- (3) La sección de medición se caracteriza por una constante y poca profundidad de vuelo, que actúa como una bomba para medir con precisión la cantidad requerida de polímero fundido.

La relación L / D , que es la relación entre la longitud con vuelo del tornillo y su diámetro exterior, determina la cizalla y el tiempo de residencia de la masa fundida (Lim et al.,



2010).

Figura 4.7. Parámetros y secciones de un tornillo extrusor

Las resinas de PLA de calidad comercial normalmente se procesan utilizando una extrusora convencional equipada con un tornillo de uso general con una relación L / D de 24 a 30. Las hebras de polímero se cortan a la salida de la extrusora en pellets de 5 mm de diámetro por 10 de largo. Se toman 80 kg por lote para control de calidad según recomienda norma **IRAM 15-1**. El producto así terminado se almacena en el silo V-1 y se comercializa a granel.

4.1.2 Programa de producción, en forma anual para todo el período de análisis.

Se ha determinado como objetivo la capacidad de 1.700 toneladas anuales para insertarse en el mercado, produciendo en un periodo total de 330 días laborables los primeros 5 años. Esto se corresponde con 570 kg/h en promedio y semanalmente se producen 40 toneladas de Ác. Poliláctico.

Si bien con completar la producción de tres lotes de diez toneladas cada uno se cumple con el objetivo semanal, para optimizar y reducir tiempos improductivos se opta por la producción de cuatro lotes de 10 toneladas.

Se cuenta con 3 (tres) turnos por cada jornada laboral de ocho horas cada uno con personal de producción y mantenimiento en el turno matutino que comienza a las seis horas hasta las catorce, el segundo turno de producción y mantenimiento se centra en la tarde hasta las veintidós y el tercero solo de producción hasta las seis del día siguiente. Los días laborales serán de lunes a sábado en los primeros cinco años por un total de 45 horas semanales cada turno. A partir del sexto año se adicionan los domingos como día laboral.

El incremento anual se materializa a través de la incorporación de un lote de producción adicional mensual los días sábado y posteriormente los días domingo.

4.1.3 Balance de masa y diagrama de flujos

- Los cálculos se realizan mediante el programa informático Microsoft Excel.
- Los balances de materia y de energía corresponden a la producción definida de un lote (10,0 t) de PLA de alto peso molecular.

- Se generan 10,0 t de PLA a partir de 13,1 t de ác. láctico, 12,4 t frescas y 0,7 t recirculadas, resultando en un rendimiento global del proceso del 81% en estado estacionario.
- Se considera como efluente del sistema el vapor de agua del reactor R-1.
- El proceso de producción es semi-batch.

Las densidades y pesos moleculares para el cálculo de equipos se detallan en la tabla siguiente:

Componente	Densidad (kg/m ³)	PM(kg/kmol)
Ácido Láctico	1206	90
Octoato de Estaño	1251	405
Prepolímero	1057	1386
Lactida	1120	144
PLA	1153	139000

Tabla 4.4. Propiedades de los compuestos

Prepolimerización

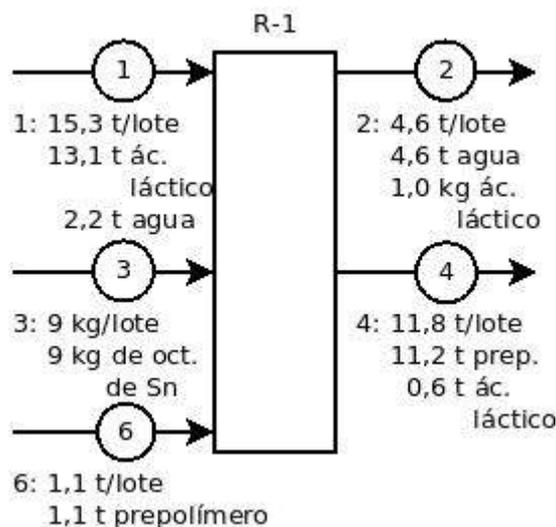


Figura 4.8. Envoltorio y corrientes principales de R-1.

Al reactor R-1 ingresa la corriente 1 de materia prima, ácido láctico, impulsada por la bomba P-1. Al finalizar la reacción se añade catalizador de octoato de estaño mediante la corriente 3. Del mismo sale la corriente 2 con vapor de agua generado por la reacción de eliminación y la evaporación del solvente, y la corriente 4 con prepolímero y catalizador.

- Son necesarias 13,1 t de ácido láctico.
- Se producen 11,2 t de Prepolímero a partir de 15,3 t disolución de ácido láctico al 85%.
- Por la corriente 2 salen 4,6 t de vapor de agua. Esta es el agua introducida en la corriente 1 (2,2 t) y la que se produce en el reactor de

prepolimerización (2,4 t) como producto de reacción. La reacción de esterificación produce agua a una relación de 18% en masa del ácido láctico alimentado. Esta agua es retirada por evaporación.

- Se añade el 0,07% en peso de catalizador de octoato de estaño mediante la corriente 3 al Prepolímero producido en R-1, es decir, 9 kg de catalizador.
- La conversión es del 95%. Quedan 0,7 t de ácido láctico sin reaccionar que continúan por la corriente 4.

Síntesis de Lactida

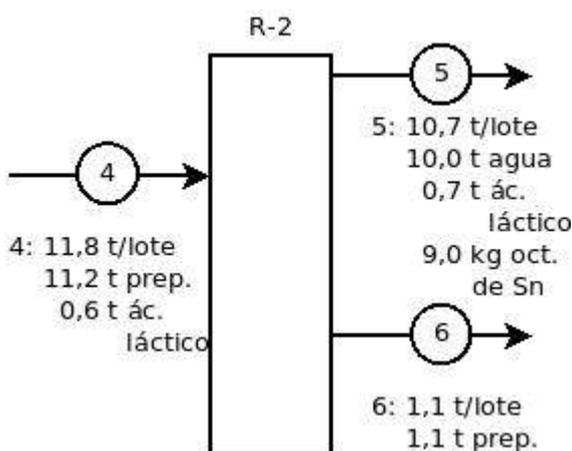


Figura 4.9. Envoltente y corrientes principales de R-2.

- Al reactor R-2 ingresa la corriente líquida 4 impulsada por la bomba P-2 y sale la corriente de producto en fase gaseosa 5 más una corriente de recirculación de prepolímero 6.
- Se producen 10,0 t de lactida a partir de 11,2 t de prepolímero. El 90% del prepolímero introducido se convierte en lactida.

Componente	Corriente				
	1	2	3	4	5
Ác Láctico	13,1	0,0	0,0	0,7	0,7
Lactida	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
Agua	2,2	4,6	0,0	0,0	0,0
Prepolímero	0,0	0,0	0,0	11,2	0,0
Octoato de Estaño	0,00E+00	0,00E+00	9,10E-03	9,10E-03	9,10E-03

Tabla 4.5. Balance de masa por corriente y componente en la prepolimerización y producción de lactida.

Purificación de Lactida

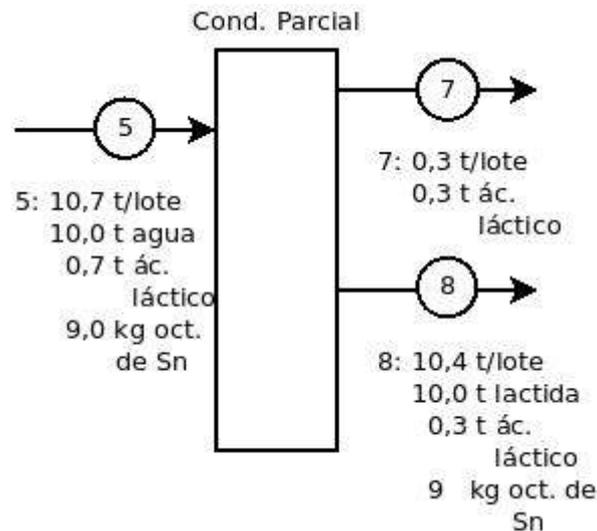


Figura 4.10. Envoltente y corrientes principales del Condensador Parcial.

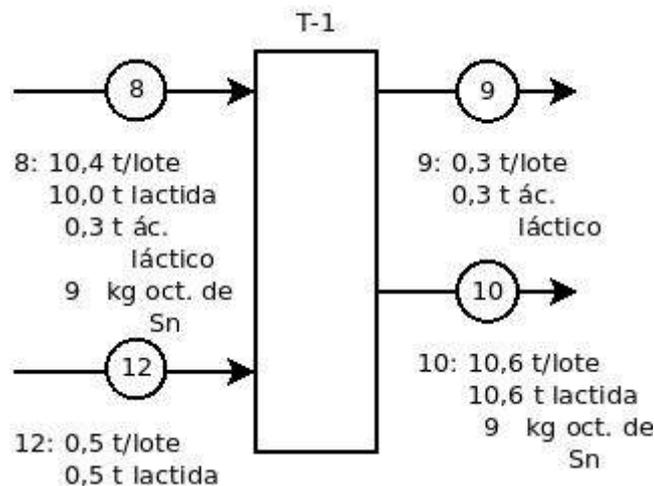


Figura 4.11. Envoltente y corrientes principales de T-1.

- La corriente de vapor que sale del reactor R-2 es conducida continuamente por cañería al condensador parcial del cual emergen la corriente líquida 8 y la corriente de vapor 7.
- La corriente de vapor 7 se corresponde con el 50% del ácido láctico arrastrado en la alimentación del condensador parcial.
- La corriente líquida 8 es impulsada por la bomba P-3 al destilador T-1. Como producto de cabeza se obtiene la corriente 10, compuesta por ácido láctico. Esta corriente es recirculada al TK-1 y reutilizada en el siguiente lote. Por otro

lado, la corriente de fondo 10 contiene lactida purificada, mayoritariamente L-lactida.

Componente	Corriente				
	6	7	8	9	10
Ác Láctico	0,0	0,3	0,3	0,3	0,0
Lactida	0,0	0,0	10,0	0,0	10,6
Prepolímero	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Octoato de Estaño	0,0	0,0	9,10E-03	0,0	9,10E-03

Tabla 4.6. Balance de masa por corriente y componente en la purificación de lactida.

Polimerización por apertura de anillo

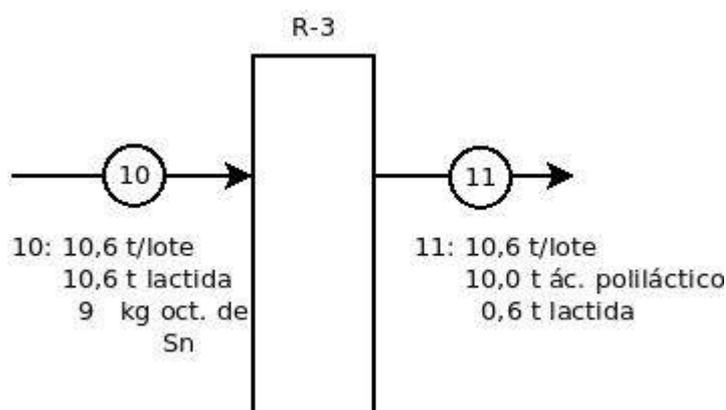


Figura 4.12. Envoltorio y corrientes principales de R-3.

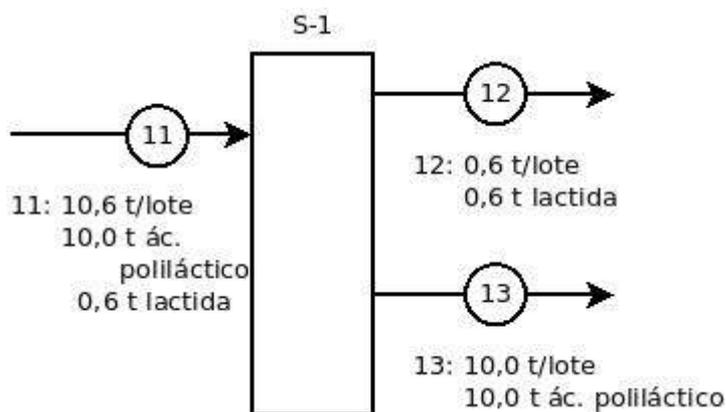


Figura 4.13. Envoltorio y corrientes principales de S-1.

- En el reactor R-3 la corriente de ingreso 10 que contiene lactida purificada, impulsada por la bomba P-4, da lugar a la corriente de salida 11. Esta contiene el PLA obtenido por reacción de polimerización.
- Se producen 10,0 t de PLA de alto peso molecular a partir de 10,6 t de lactida purificada.



- Se convierte el 95% de la lactida introducida. Aquella que no reacciona es separada y recirculada al reboiler del destilador T-1 mediante el uso del desvolatilizador S-1. Esta corriente es condensada y pasa a enriquecer la fracción de fondo.
- El catalizador de octoato de estaño es inactivado en el reactor y es procesado con el PLA.

Componente	Corriente			
	11	12	13	14
Lactida	0,5	0,5	0,0	0,0
Octoato de Estaño	0,0	0,0	0,0	0,0
PLA	10,0	0,0	10,0	10,0

Tabla 4.7. Balance de masa por corriente y componente en la producción de PLA.

Procesado del Ácido Poliláctico

Posteriormente al reactor de polimerización se realizan operaciones de procesado del PLA iniciando con secado, luego extrusión y por último cortado para formar los pellets. Estos se almacenan en el silo V-1 hasta su comercialización.

4.1.4 Capacidad real de producción

La planta opera 11 (once) meses en el año ya que se realiza una parada anual de un mes para mantenimiento y reparación.

El plan de crecimiento contempla un incremento del 56% de producción a lo largo de 10 años. A partir del segundo año se trabaja un día más en el mes permitiendo producir un lote adicional, resultando en 11 (once) lotes anuales extra. Los sábados serán incorporados como día de producción permitiendo un máximo de 4 (cuatro) días adicionales por mes entre el segundo y quinto año. Entre el sexto y noveno año los días domingo serán incorporados con la misma organización aplicada a los sábados. El décimo año se cambiará el esquema productivo semanal, esperando solo 19 horas entre partida y partida en lugar de las 24 expresadas. Esto permitirá acomodar un lote semanal más.

	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción mensual [t/mes]	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250
Producción anual [t/año]	1760	1870	1980	2090	2200	2310	2420	2530	2640	2750
Crecimiento interanual [%]	-	6.25	5.88	5.56	5.27	5.00	4.76	4.55	4.35	4.17

Tabla 4.8. Programa de producción anual.

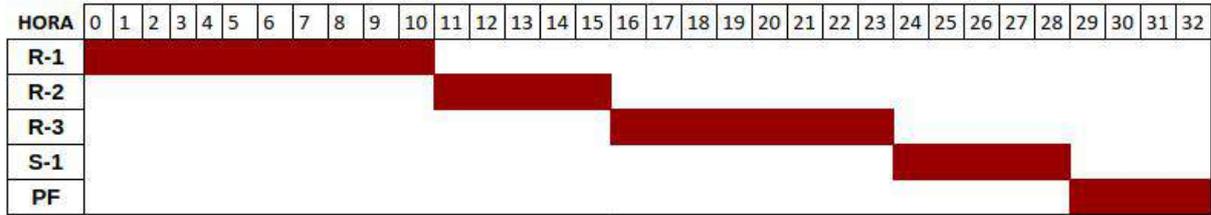


Figura 4.14. Diagrama de Gantt.

La Figura 4.14 representa el tiempo global de proceso por lote. Este es el resultado de la suma de los tiempos individuales de cada operación. De esta manera, los lotes demandan un tiempo de proceso de 33 horas de principio a fin.



Figura 4.15. Máxima frecuencia de proceso

La Figura 4.15 es el resultado de un análisis teórico del sistema. En este diagrama de Gantt se representa la máxima frecuencia posible de utilización de equipos. En estas condiciones, el tiempo mínimo entre salida de dos lotes consecutivos es de 11 horas. El diagrama de Gantt pone en evidencia que el tiempo de operación de R-1 es el paso condicionante de la tasa de producción máxima del sistema diseñado.

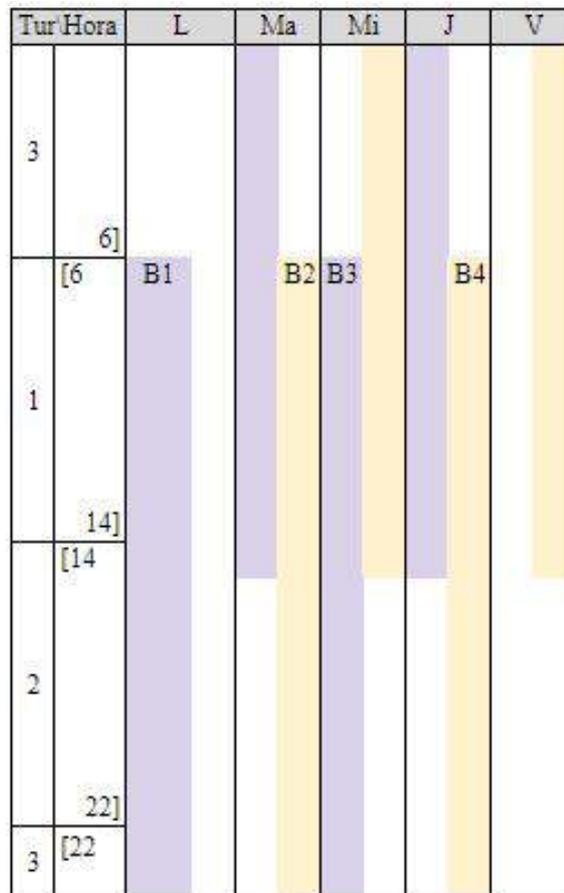


Figura 4.16. Cronograma de producción semanal

Análisis del Diagrama de Gantt:

- El tiempo global por lote es de 33h.
- Las etapas lentas son las que se conducen en los reactores R-1 y R-3.
- La etapa que condiciona la frecuencia máxima es la prepolimerización.
- Con el sistema funcionando a máxima frecuencia, el tiempo mínimo entre dos lotes es de once horas.
- La producción de 4 (cuatro) lotes semanales representa un uso del 33% de la capacidad máxima teórica que es de 12 lotes.

4.2 Justificación de la elección del proceso

4.2.1 Tecnologías existentes

Según Ren Jie (2010) y Hartman M.H. (1998) los polímeros derivados del ácido láctico pueden ser sintetizados mediante diferentes rutas, como ser la condensación directa, deshidratación azeotrópica y polimerización por apertura de anillo (ROP) de lactida.

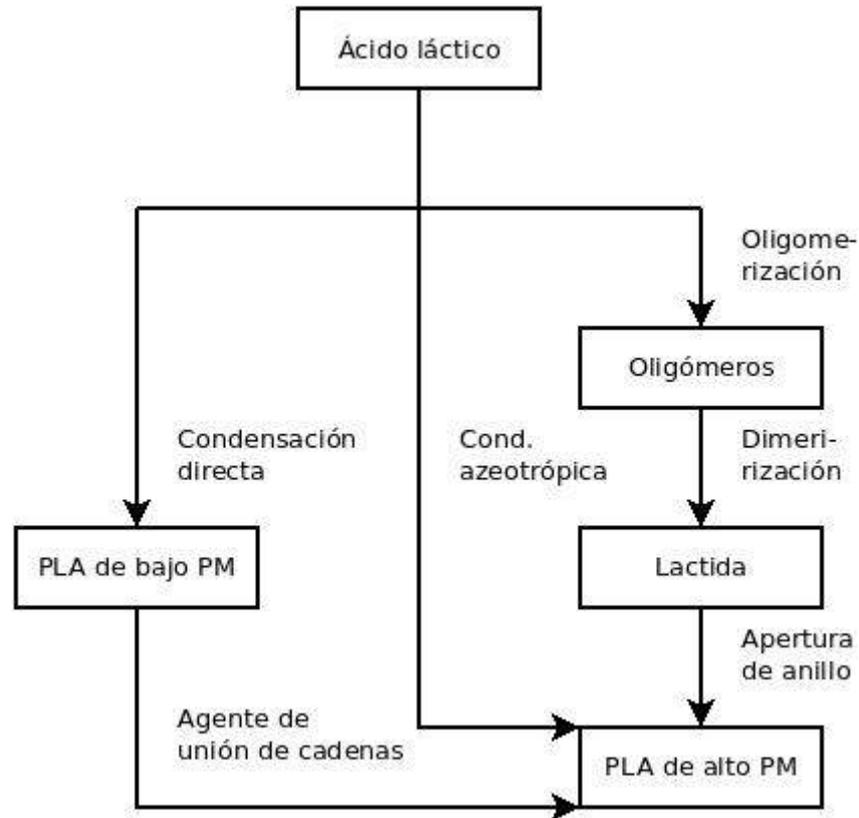


Figura 4.17. Síntesis de PLA.

Condensación directa:

Normalmente se realiza por evaporación directa del agua producida por la reacción de condensación del ácido láctico, con o sin catalizador, mientras la temperatura y la presión son incrementadas progresivamente hasta que la longitud de la cadena polimérica alcance un valor propio de PLA de bajo peso molar. El PLA obtenido es solo de bajo peso molecular porque es difícil remover completamente el agua de la mezcla de reacción altamente viscosa. Se obtiene un polímero de peso molecular de pocas decenas de miles. El bajo peso molecular del polímero obtenido representa la principal desventaja de este método. Además, la estereoregularidad no puede ser controlada en el proceso de polimerización generando propiedades mecánicas no deseables, por lo que este método generalmente es empleado cuando se requiere un polímero de bajo peso molecular Ren J. (2010).

El proceso puede separarse en tres partes: Remoción del contenido de agua libre, policondensación de oligómeros y policondensación de PLA de alto peso molecular Sodergard, A. et al (2010).

- 1) Para convertir ácido láctico en PLA primero el agua libre debe ser removida. Ésto requiere un evaporador con buena transferencia de calor como ser el de tipo de película descendente. La evaporación flash puede ser aplicada para remover agua.
- 2) El ácido láctico es convertido en un oligómero de bajo peso molecular. En esta etapa la remoción de agua no es crítica porque la viscosidad de la mezcla de reacción es baja. El ratio de esta etapa se ve determinada por la influencia del catalizador usado en la



reacción química. Los catalizadores normalmente son ácidos fuertes o compuestos organometálicos.

- 3) La policondensación donde la remoción de agua se vuelve crítica. Para favorecer la reacción de policondensación, el agua formada en la reacción debe ser removida. El ratio de esta etapa depende de la transferencia de masa de agua.

Deshidratación azeotrópica:

Según Sodergard, A. et al. (2010) este método emplea los conceptos principales de la condensación directa con la diferencia de que en la deshidratación azeotrópica, la policondensación es realizada en una solución en presencia de solventes distintos al agua y con sustancias químicas auxiliares. La remoción del agua de reacción se hace más fácil y se produce PLA de alto peso molecular. El solvente debe ser separado del agua de reacción usando un agente desecante. La elección del solvente es compleja ya que puede ser de elevado costo o negativo para el medio ambiente sin obviar que demanda mayor labor y tiempo.

Polimerización por apertura de anillo:

Según Ren J. (2010) este método es el único comercialmente viable. Nature Works LLC desarrolló un método de producción de PLA libre de solventes, de bajo costo y de tipo continuo.

El dímero cíclico, lactida formado por condensación de ácido láctico, es producido por degradación térmica de oligómeros de ácido láctico. Siendo muy útil ya que puede ser purificado fácilmente por sublimación al vacío. La polimerización por apertura de anillo de lactida puede ser iniciada por complejos metálicos, compuestos orgánicos o enzimas, con o sin alcohol para producir PLA de alto peso molecular con elevado rendimiento y pureza.

En general el proceso de ROP incluye tres pasos: policondensación, producción de lactida y polimerización por apertura de anillo. Carothers aplicó este método por primera vez en 1932 y DuPont lo perfeccionó en 1954 (Hartman M.H. 1998).

4.2.2 Criterios utilizados para la elección de la tecnología

Se elige el método de obtención de polimerización por apertura de anillo (ROP) porque produce un polímero de alto peso molecular con elevada pureza, en condiciones de reacción moderadas y con producto de interés comercial por sus propiedades mecánicas en contraste al método de condensación directa el cual presenta dificultades al momento de buscar un polímero de alto peso molecular, requiriendo agentes de unión de cadenas. Por otro lado, el método de deshidratación azeotrópica requiere evaluar el uso y recuperación de solventes específicos, y de la purificación del producto obtenido.

Al no requerir solventes o promotores de polimerización especiales el método ROP simplifica la cadena de suministro. Gran parte de los equipos para este proceso pueden adquirirse en el mercado local lo que facilita las tareas de obtención, reparación y mantenimiento.

4.3 Cálculo, diseño y adopción de equipos

El proceso de producción es por lotes. Los cálculos son los correspondientes a la elaboración de un lote de 10 t de PLA.



4.3.1 Cálculo de los equipos principales

Tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento TK-1 se mantiene a presión atmosférica y a temperatura ambiente. Se establece un coeficiente de seguridad del 30% en cuanto al volumen. El fondo es elipsoidal y la carcasa es cilíndrica. Está construido en acero inoxidable debido a que el ácido láctico es corrosivo.

El tanque es elaborado y comercializado por la empresa Metalurgica Pucará, ubicada en la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Teniendo en cuenta la masa de solución de ácido láctico que se alimenta al reactor 1 (15,3 t) y su densidad, se determina el volumen del tanque.

$$V_{TK} = V_{Fondo} + V_{Cilindro}$$

Entonces:

$$V_{Cilindro} = \pi * \frac{D^2}{4} * H$$

$$V_{Fondo} = \pi * \frac{D^2}{6} * h$$

Donde:

$$D[\text{Diámetro del TK (m)}] = 2/3 * H$$

$$H[\text{Altura del cilindro (m)}]$$

$$h[\text{Altura de la cabeza (m)}] = D/4$$

$$H_{Total} = H_{Cilindro} + H_{Fondo}$$

Por lo que:

$$\rho_{Solución} = \frac{Masa}{Volúmen}$$

$$V_{Sol} = \frac{Masa}{\rho_{Solución}}$$

$$Vol_{TK} = V_{Sol} \cdot 1,3$$

TK-1 (Ácido Láctico)	
Masa de Solución [kg]	15.298,9
V solución [m ³]	12,7
V solución+30%	16,5
V cilindro [m ³]	14,8
V fondo elipsoide [m ³]	1,6
H cilindro [m]	3,5
D cilindro [m]	2,3
h elipse [m]	0,6
H tanque [m]	4,1

Tabla 4.9: Dimensiones de TK-1

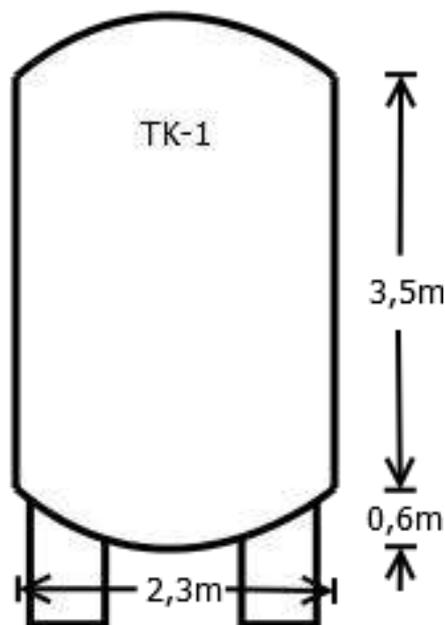


Figura 4.18. Croquis TK-1

Reactor R-1

El reactor de Prepolimerización R-1 opera primeramente como un evaporador con agitación para facilitar los fenómenos de transferencia y posteriormente como mezclador. El tiempo de reacción es de 9 horas operando a 180 °C y 70 mmHg (0,092 atm). Es de geometría cilíndrica, contiene un sistema de agitación interna de tipo turbina de seis aspas y está rodeado de un sistema de calefacción de tipo serpentín externo por el que circula vapor saturado a 15 bar absoluto (Temperatura de saturación de 198,28 °C). Teniendo en cuenta que la caldera genera vapor a 28 bar de presión, se utiliza un sistema de reducción de presión compuesta por una válvula de estrangulamiento y accesorios de control como manómetros, trampas de vapor y válvulas de seguridad para adecuar la presión.



Dimensionamiento:

Un ciclo está compuesto por el tiempo de llenado, el tiempo de reacción y el tiempo de vaciado. El tiempo de ciclo se calcula mediante la ecuación.

$$t_{Ciclo} = t_{Llenado} + t_{Reacción} + t_{Vaciado}$$

El volumen se determina teniendo en cuenta la cantidad de masa de solución que debe alimentarse de ác. láctico (15,3 t) y la densidad de solución, sumándose un 30% como margen de seguridad. Este volumen da la pauta del dimensionamiento del Reactor R-1 siguiendo las buenas prácticas y estándares de construcción (Perry, 1992).

$$Vol_{R-1} = V_{sol} \cdot 1,3$$

$$Vol_{R-1} = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot H}{4}$$

Se asume que la suma global del tiempo de carga y descarga es de una hora, resultando en un tiempo de ciclo de diez horas.

R-1	
Masa de Solución [kg]	15.298,9
V solución [m ³]	12,7
V cilindro [m ³]	16,5
H cilindro [m]	3,6
D cilindro [m]	2,4

Tabla 4.10. Diseño R-1

Para el cálculo térmico se determina primero la entalpía de cada corriente analizando componente por componente, así como los calores de reacción e intercambiados con el ambiente. Esto permite realizar un balance termodinámico con las características requeridas.

	Energía [kJ]	Potencia [kW]
Hi	11.009	
ΔrH°	-13.361.750	
Hs	13.691.275	
Qamb	-100.282	-2,8
Q	418.798	12

Tabla 4.11. Termodinámica del equipo

De los cálculos se deriva que es necesario proveer energía térmica para que la reacción se produzca. Se necesita aportar **12 kW de calor**. El cálculo del serpentín exterior de calefacción se realiza aplicando las ecuaciones de transferencia de calor en estado estacionario. Este se construye enrollando cañerías alrededor de la pared del reactor. Por su interior circula el vapor de calefacción. Mediante la ecuación general de los intercambiadores de calor y utilizando vapor saturado a una presión absoluta de 15 bar se encuentra que son



necesarios **9,4 m² de área de intercambio**, que se encuentra dentro de la superficie propia del equipo.

Es necesario aislar térmicamente este reactor por razones de eficiencia y seguridad. Esto se logra mediante una capa de arcilla refractaria. Para lograr una superficie externa a 60°C es necesario un **espesor de 45 mm** de aislante.

$$Q = U \cdot A \cdot f \cdot \Delta T$$

Q[kW/m ²]	U [kW/m ² /K]	ΔT[K]	f	A [m ²]
12	0,0682	18	1	9,48

Tabla 4.12. Cálculo de área de intercambio

$$\Delta x [m] = k \cdot \Delta T / Q$$

Q [W]	Ti [°C]	Te [°C]	k [W/m/K]	Espesor [m]
2785,62	198	60	0,9	0,045

Tabla 4.13. Cálculo de espesor de aislante requerido

En base al área requerida para el intercambio de calor, se realiza el diseño del serpentín. Se define a continuación los parámetros que definen al mismo, como diámetro interno, diámetro nominal, cédula y por último longitud y número de pasos.

Considerando el caudal de vapor requerido, se realiza el dimensionamiento de las tuberías según el **método de la velocidad recomendada**. La entalpía de vaporización del vapor a 15 bar es de 1945 kJ/kg, por lo que el caudal de vapor requerido es de 0,051 kg/s. Para una velocidad recomendada de 20 m/s, el diámetro interior requerido es de 18,03 mm. Este corresponde al **diámetro nominal de ½ pulgada**. Para resistir la presión de 15 bar (203 psi manométricos) un caño de cédula 5 es suficiente. La ecuación siguiente (ASME B31.3) nos permite encontrar la presión máxima admisible para una tubería una vez conocido su material de construcción y geometría.

$$P = 2 \cdot t \cdot S \cdot E / (D - 2 \cdot t \cdot Y)$$

$$P = 2 \cdot 0,065 \cdot 16000 \cdot 0,85 / (0,84 - 2 \cdot 0,065 \cdot 0,5)$$

donde:

t: espesor de tubería 0,065 [pulg]

S: tensión admisible 16000 [psi]

E: factor de calidad de la tubería 0,85

D: diámetro exterior de la tubería 0,84 [pulg]

Y: coeficiente de espesor de pared 0,5

La presión máxima admitida según el cálculo es de 2281 psi, o 157 bares.

Tomando la mitad de la circunferencia de la cañería y teniendo en cuenta el diámetro del reactor que es de 2,4 metros se obtiene que la longitud requerida para cubrir el área de intercambio es de **280,6 m**. La camisa así conformada mide 1,25 metros de alto, con **38 pasos** de cañería.

Los productos de esta primera reacción se mezclan una hora a la misma temperatura con el catalizador dentro de este mismo equipo. El agitador es una turbina de seis aspas de



800 mm girando a 50 RPM. La **potencia requerida** por el agitador calculada mediante el método del número de potencia es de **1,6 kW**. Es necesario un **motor de 2,2 kW acoplado a un reductor de 1:50**.

$$P [W] = Np \cdot D^5 \cdot N^3 \cdot \rho$$

Diámetro agitador [m]	RPS	Densidad [kg/m ³]	Np	Potencia [W]
0,803	1	1206,00	4	1614

Tabla 4.14. Cálculo de sistema de agitación

El diseño del espesor de pared requerido toma como parámetro la diferencia de presión entre la interna y la ambiental. La calefacción se realiza mediante un sistema de serpentín externo. La presión de vapor de trabajo es resistida por este serpentín, y la estructura del reactor no recibe más que la transferencia de calor.

El mecanismo de cálculo aplicado para determinar el espesor de pared requerido en base a los esfuerzos experimentados por darse la reacción a presión reducida es el método gráfico extraído del ASME *boiler and pressure vessel code* 2011, Addenda, Sección 2, Parte D. Este método calcula la presión externa máxima soportada para un determinado espesor de pared, dimensiones de equipo y resistencia del material.

El espesor de la placa de acero **AISI 316** utilizada para este equipo es de **10mm**. Ésto le otorga resistencia a la presión externa de 1 atm para una vida de servicio de 10 años, teniendo en cuenta que la presión de diseño es un 10% superior a la de trabajo y un módulo de elasticidad E de 2,7x10⁷ PSI.

Según los cálculos por el método gráfico, una pared de acero de 10 mm de espesor resiste una presión máxima (Pmax) de 1,1 atm, superando en un 10% a la máxima presión posible a la que se expondrá este reactor, cumpliendo así con las condiciones de diseño y márgenes de seguridad.

$$Pmax[PSI] = 4 * B / [3 * (D0/t)]$$

t [mm]	D0 [mm]	D0/t	L/D0	A	E[PSI]	B	Pmax [PSI]	Pmax [atm]
10	2410	241	1,5	1,20E-04	2,70E+07	2850	15,77	1,1

Tabla 4.15. Cálculo de espesor de pared para equipos cilíndricos sometidos a presión externa

Este equipo es elaborado y comercializado por la empresa MyV Mixing, ubicada en la provincia de Buenos Aires, Argentina.

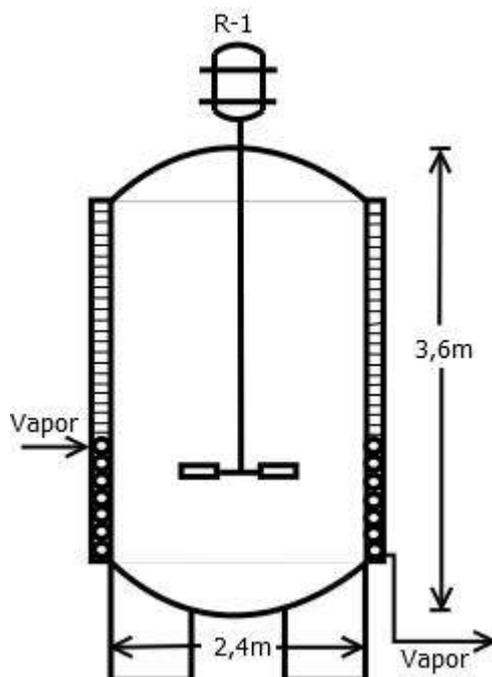


Figura 4.19. Croquis R-1

Reactor R-2

En el reactor de producción de lactida R-2 se introducen 11,8 t de reactivos. El tiempo de reacción es de 4 horas operando a 210 °C y 50 mmHg (0,065 atm), y el tiempo de carga y descarga es de 60 minutos. Es de geometría cilíndrica, contiene un sistema de agitación interna de tipo ancla y está rodeado de un sistema de calefacción mediante serpentines externos. Este serpentín se compone de cañerías que rodean el equipo por el que circula vapor saturado a una presión absoluta de 28 bar. Está construido en acero inoxidable. Teniendo en cuenta que la caldera genera vapor a 28 bar de presión y no es necesario adecuar la presión sólo se utilizan accesorios de control como manómetros, válvulas de cierre y válvulas de seguridad.

Dimensionamiento:

El volumen del reactor R-2 se calcula mediante las ecuaciones de diseño manteniendo las relaciones ya mencionadas en R-1. Teniendo en cuenta la masa de solución que se debe alimentar de prepolímero y catalizador junto a su densidad, se determina el volumen. A este se suma un 30% de volumen extra como margen de seguridad.

R-2	
Masa de Solución [kg]	11.825,8
V solución [m ³]	11,1
V cilindro [m ³]	14,4
H cilindro [m]	3,5
D cilindro [m]	2,3

Tabla 4.16. Diseño de R-2



Para el cálculo térmico se determina primero la entalpía de cada corriente analizando componente por componente, así como los calores de reacción e intercambiados con el ambiente. Esto permite realizar un balance termodinámico con las características requeridas.

	Energía [kJ]	Potencia [kW]
Hi	4.324.368	
$\Delta_r H^\circ$	81.596	
Hs	4.395.893	
Qamb	-36.724	-2,6
Q	189.845	13

Tabla 4.17. Termodinámica del equipo

De los cálculos se deriva que es necesario proveer energía térmica para que la reacción se produzca. Se necesita aportar **13 kW de calor**. El cálculo del serpentín exterior de calefacción se realiza aplicando las ecuaciones de transferencia de calor en estado estacionario. Utilizando vapor saturado a una presión absoluta de 28 bar se determina que son necesarios **9,65 m² de área de intercambio**, que se encuentra dentro de la superficie propia del equipo. Es necesario aislar térmicamente este reactor por cuestiones de eficiencia y seguridad. Esto se logra mediante una capa de arcilla refractaria. Para lograr una superficie externa a 60°C es necesario un **espesor de 53 mm** de aislante.

$$Q = U \cdot A \cdot f \cdot \Delta T$$

Q[kW/m ²]	U [kW/m ² /K]	ΔT [K]	f	A [m ²]
13	0,068	20	1	9,65

Tabla 4.18. Cálculo de área de intercambio

$$\Delta x [m] = k \cdot \Delta T / Q$$

Q [W]	Ti [°C]	Te [°C]	k [W/m/K]	Espesor [m]
2550,3	210	60	0,9	0,053

Tabla 4.19. Cálculo de aislación

En base al área requerida para el intercambio de calor, se realiza el diseño del serpentín. Se define a continuación los parámetros que definen al mismo, como diámetro interno, diámetro nominal, cédula y por último longitud y número de pasos.

Considerando el caudal de vapor requerido, se realiza el dimensionamiento de las tuberías según el **método de la velocidad recomendada**. La entalpía de vaporización del vapor a 28 bar es de 1811 kJ/kg, por lo que el caudal de vapor requerido es de 0,069 kg/s. Para una velocidad recomendada de 20 m/s, el diámetro interior requerido es de 18,03 mm. Este corresponde al **diámetro nominal de ½ pulgada**. Para resistir la presión de 28 bar (392 psi manométricos) un caño de cédula 5 es suficiente. La ecuación siguiente (ASME B31.3) nos permite encontrar la presión máxima admisible para una tubería una vez conocido su material de construcción y geometría.



$$P = 2 \cdot t \cdot S \cdot E / (D - 2 \cdot t \cdot Y)$$

$$P = 2 \cdot 0,065 \cdot 16000 \cdot 0,85 / (0,84 - 2 \cdot 0,065 \cdot 0,5)$$

donde:

t: espesor de tubería 0,065 [pulg]

S: tensión admisible 16000 [psi]

E: factor de calidad de la tubería 0,85

D: diámetro exterior de la tubería 0,84 [pulg]

Y: coeficiente de espesor de pared 0,5

La presión máxima admitida según el cálculo es de 2281 psi, o 157 bares.

Tomando la mitad de la circunferencia de la cañería y teniendo en cuenta el diámetro del reactor que es de 2,3 metros se obtiene que la longitud requerida para cubrir el área de intercambio es de **271,8 m**. La camisa así conformada mide 1,34 metros de alto, con **40 pasos** de cañería.

El agitador es de tipo ancla de **2300 mm** girando a 24 RPM. La **potencia requerida** por el agitador calculada mediante el método del número de potencia es de **1,6 kW**. Es necesario un motor de **2,2 kW** acoplado a un reductor de 1:125.

$$P [W] = Kt \cdot D^5 \cdot N^3 \cdot \rho$$

Diámetro ag. [m]	RPS	Densidad [kg/m³]	Kt	Potencia [W]
2,3	0,4	1120	0,35	1635

Tabla 4.20. Cálculo de sistema de agitación

El cálculo del espesor de pared requerido, al igual que en R-1, toma como parámetro la diferencia de presión interna y ambiental. La calefacción se realiza mediante un sistema de serpentín externo. La presión de vapor de trabajo es resistida por este serpentín, y la estructura del reactor no recibe más que la transferencia de calor.

El mecanismo de cálculo aplicado es el método gráfico extraído del ASME *boiler and pressure vessel code* 2011, Addenda, Sección 2, Parte D en el cual se calcula la presión externa máxima soportada para un determinado espesor de pared, dimensiones y resistencia del material.

Teniendo en cuenta que el equipo R-2 tiene condiciones de diseño y operación similares al reactor R-1 se determina que el espesor de la placa de acero **AISI 316** utilizada para este equipo es de **10mm**. Ésto le otorga resistencia a la presión externa de 1 atm para una vida de servicio de 10 años, teniendo en cuenta que la presión de diseño es un 10% superior a la de trabajo y un módulo de elasticidad E de $2,7 \times 10^7$ PSI.

Según los cálculos por el método gráfico, la pared de 10mm de espesor resistirá una Pmax de 1,1 atm superando un 10% a la máxima a la que está expuesto y con esto cumple con las condiciones de diseño.

$$P_{max}[PSI] = 4 \cdot B / [3 \cdot (D0/t)]$$

t [mm]	D0 [mm]	D0/t	L/D0	A	E[PSI]	B	Pmax [PSI]	Pmax [atm]
10	2306	231	1,5	1,20E-04	2,70E+07	2850	16,48	1,1

Tabla 4.21. Cálculo de espesor de pared para un recipiente cilíndrico sometido a presión externa.

Es elaborado y comercializado por la empresa MyV Mixing, ubicada en la provincia de Buenos Aires, Argentina.

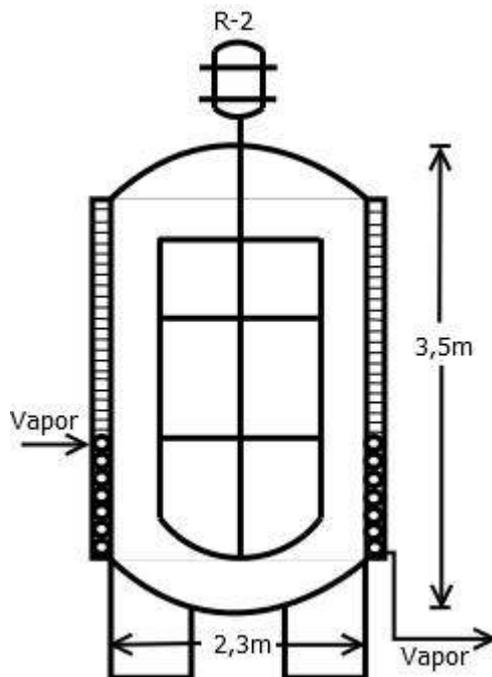


Figura 4.20. Croquis R-2

Condensador Parcial

La función de este equipo es aliviar la carga de la torre de destilación recuperando como condensado la corriente gaseosa de lactida. Junto con este dimero condensa algo del ácido láctico que es separado en el destilador T-1. Como líquido de enfriamiento se selecciona agua a 26°C. Se admite un salto térmico de 50 °C.

El equipo opera en una configuración de flujo a contracorriente de dos pasos por tubos y un paso por carcasa. La configuración del haz de tubos es cuadrada para facilitar las tareas de limpieza y mantenimiento.

Dimensionamiento

El cálculo de agua de refrigeración a 26°C requerida se realiza con el balance de energía en el equipo

$$Q_{ced} = Q_{abs}$$

$$Q_{ced} = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

ΔT [°C]	C_p [kJ/kg/°C]	Q [kW]	Q_m [kg/s]
50	4,18	104,7	0,50

Tabla 4.22. Termodinámica del equipo

El caudal de agua requerido es de 0,5 kg/s.

Siguiendo las ecuaciones de transferencia de calor para intercambiadores de carcasa y tubos se encuentra que el área de intercambio requerido es de **10,81 m²**. Se selecciona la longitud estándar TEMA de 3,048 metros.

Condiciones de construcción:

$$Q = U \cdot A \cdot f \cdot \Delta T_{lm}$$

Q [kW]	U [kW/m ² /°C]	ΔT_{LM}	f	Área [m ²]
-104,7	0,1	97	1	10,81

Tabla 4.23. Diseño de Condensador parcial

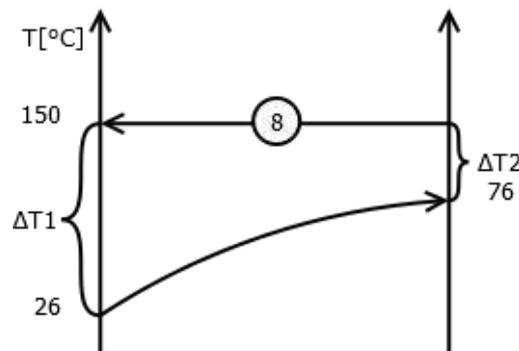


Figura 4.21. Perfil de temperatura en intercambiador de calor

El agua de refrigeración de este equipo es circulada a través de una torre de enfriamiento de tiro inducido para reducir el consumo total de agua del sistema. El caudal de agua requerida es de 0,50 kg/s de los cuales 0,41 kg/s son de recirculación y 0,09 kg/s de reposición.

La empresa AESA ubicada en Canning, Ezeiza, Argentina fabrica este equipo a pedido del cliente.

$$\Delta T \cdot Q_{m1} \cdot C_p = \lambda \cdot Q_{m_{ev}}$$

Donde:

- ΔT : Enfriamiento requerido
- Q_{m1} : Caudal de agua de refrigeración fría
- $Q_{m_{ev}}$: Caudal de agua de refrigeración evaporada
- λ : Entalpía de vaporización
- C_p : Calor específico del agua

ΔT [°C]	C_p [kJ/kg/°C]	λ [kJ/kg]	Q_m entrada[kg/s]	Q_m evaporado[kg/s]	Q_m líquido[kg/s]
50	4,18	2458	0,50	0,09	0,41

Tabla 4.24. Cálculo de agua de enfriamiento en circuito cerrado para el evaporador parcial

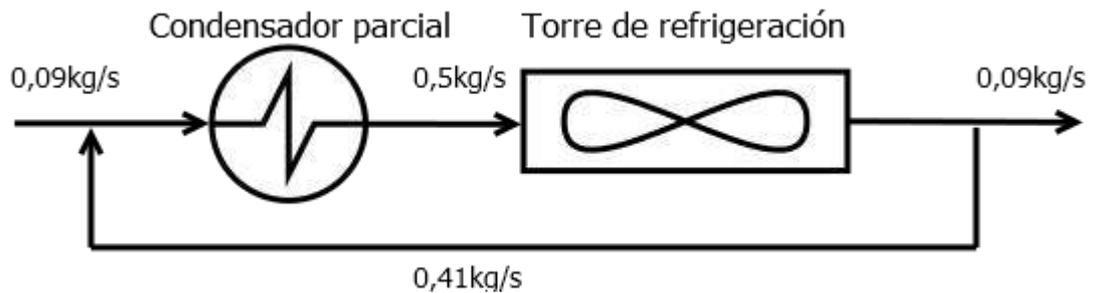


Figura 4.22. Caudal de agua en el circuito cerrado.

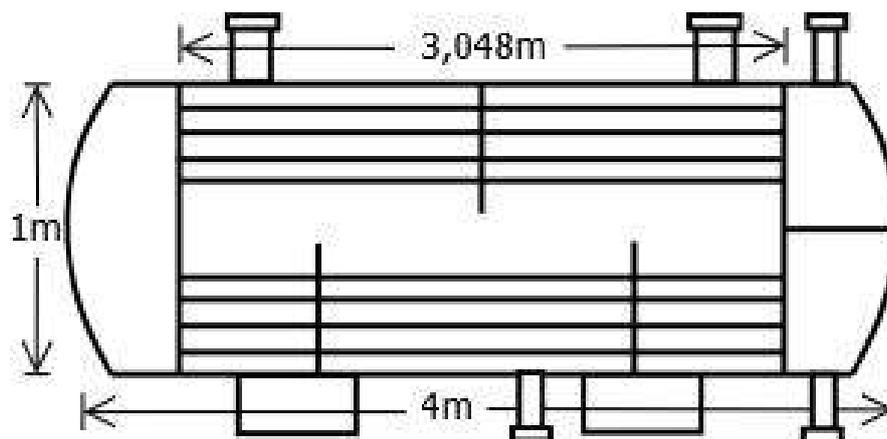


Figura 4.23. Croquis Condensador parcial. Dos pasos por tubo y un paso por carcasa

Columna de destilación T-1

Dado que no se hallan datos de equilibrio de fases de fuentes confiables que permitan el correcto balance y cálculo para diseño del equipo, se opta por un diseño estándar de cinco platos más reboiler. La torre del proceso realiza una destilación al vacío. Esta permite separar los componentes de la mezcla a temperaturas menores. De esta forma, se reduce el riesgo de descomposición de la lactida. La torre de destilación opera a 150°C y 30 mmHg ($0,039\text{ atm}$) y está construida en acero inoxidable. La lactida purificada sale como producto de cola mientras que el producto de cabeza es el ácido láctico no reaccionado.

La generación de vacío necesaria en el equipo se regula principalmente por el condensador de cabeza siendo auxiliado por la bomba de vacío P-Vac para la puesta a punto.

Se realizará balance de energía tanto en el condensador como en el reboiler para determinar los requerimientos de servicio auxiliar.

Condensador:

Para la resolución del sistema se proyecta que en el equipo se condensan los vapores de ácido láctico. Una cantidad equivalente a la alimentada a la torre se deriva a TK-1 para su reutilización, $0,008\text{ kg/s}$. El resto del condensado se utiliza como reflujo para atrapar los vapores de lactida ascendentes. Se modela que este retorno representa un caudal tres veces mayor al de ácido láctico de entrada, lo que es igual a $0,023\text{ kg/s}$.

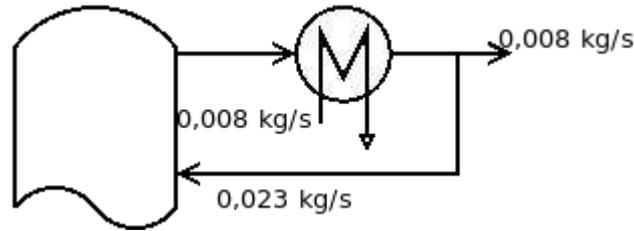


Figura 4.24. Balance de masa alrededor del condensador

El sistema se diseña en base al empleo de agua a 26°C como fluido de refrigeración, la cual alcanza una temperatura de salida de 76°C.

$$Q_{ced} = Q_{abs}$$

$$\sum_{i=0}^n (\lambda_i \cdot m_i) = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Componente	Caudal [kg/s]	λ [kJ/kg]
Ácido láctico	0,030	56

Tabla 4.25. Tabla de corriente a condensar en T-1

Calor [kW]	ΔT [°C]	C_p [kJ/kg]	m [kg/s]	m reposición [kg/s]
1,7	50	4,18	0,008	0,001

Tabla 4.26. Caudal de agua de enfriamiento

Para lograr la condensación de la corriente de entrada de ácido láctico son necesarios **0,008 kg/s** de agua.

Para dimensionar la superficie de intercambio en este equipo se utilizó la ecuación característica de los intercambiadores de calor. Se tuvo en cuenta los largos periodos de operación a los que está sujeto el equipo mediante factores de ensuciamiento que limitan la efectividad de la conducción de calor. El intercambio de calor demanda una superficie de 0,348 m² debido a los bajos caudales de corriente de entrada y fuerza impulsora de alrededor de 100°C.

Se selecciona un equipo del tipo condensador de un solo paso con pozo caliente. La empresa AESA ubicada en Canning, Ezeiza, Argentina fabrica este equipo a pedido.

Calor [kW]	ΔT_{ml} [°C]	F	U [kW/°C/m ²]	A [m ²]
1,7	97	1	0,05	0,348

Tabla 4.27. Superficie de intercambio de condensador en T-1

Reboiler:

En el reboiler se evapora parte de una mezcla enriquecida en lactida. El tipo de equipo seleccionado es de tipo tetera (kettle) construido por AESA. La concentración de ácido láctico en el fondo de la torre es una décima parte de aquella en la alimentación. Esta corriente de

fondos contiene el producto de interés en esta etapa, la lactida. La corriente de desborde en el reboiler es conducida al reactor de polimerización R-3.

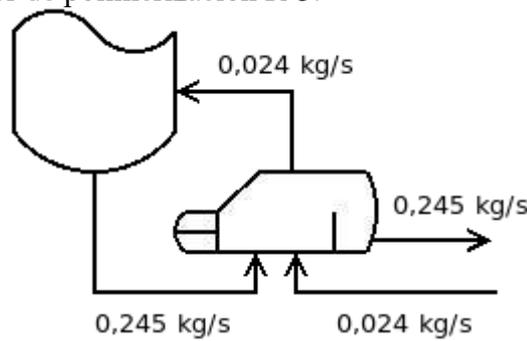


Figura 4.25. Balance de masa alrededor del reboiler

El fluido de calefacción de diseño es vapor a 15 bar de presión absoluta, adecuado mediante válvulas reductoras de presión a partir del vapor de caldera a 28 bar.

$$Q_{ced} = Q_{abs}$$

$$\lambda_v \cdot m_v = \sum_{i=0}^n (\lambda_i \cdot m_i)$$

Componente	Caudal [kg/s]	λ [kJ/kg]
Ácido láctico	0,001	56
Lactida	0,023	63

Tabla 4.28. Caudal de alimentación en el reboiler

Calor [kW]	λ_{vapor} [kJ/kg]	m [kg/s]
1,5	1945,24	0,001

Tabla 4.29. Caudal de vapor de calentamiento en el reboiler

Para el cálculo de transferencia de calor se emplea la ecuación de superficies en contacto en estado estacionario. El cambio de fase tanto dentro como fuera del haz de tubos se realiza a temperatura constante. Se adiciona un factor de ensuciamiento para modelar los largos periodos de trabajo a los que se ve sometido este equipo. En estas condiciones el área de transferencia requerida es de 0,612 m².

Calor [kW]	ΔT [°C]	U [kW/°C/m ²]	F	A [m ²]
1,5	48	0,05	1	0,612

Tabla 4.30. Cálculo de área de intercambio mínima

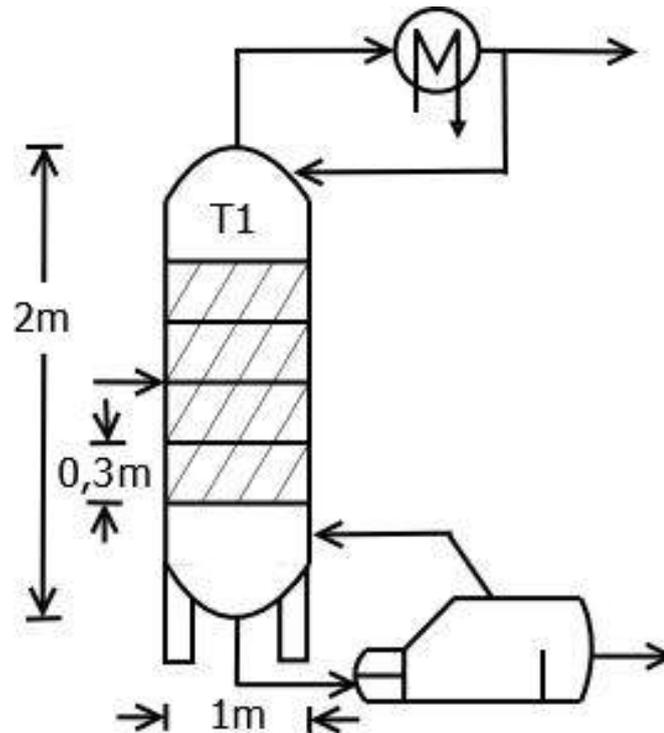


Figura 4.26. Croquis Destilador

Reactor R-3:

En el reactor de polimerización R-3 se introducen 10,6 t de lactida y 9,10 kg de catalizador de octoato de estaño por la corriente 10. El tiempo de reacción es de 7 horas operando a 180 °C y 10 mmHg. Es de geometría cilíndrica, contiene un sistema de agitación interna y está rodeado de un sistema de calefacción mediante serpentines externos conformado por cañerías que rodean el equipo por el que circula vapor a 15 bar con temperatura de saturación de 198°C. Está construido en acero inoxidable. Teniendo en cuenta que la caldera genera vapor a 28 bar de presión, se utiliza un sistema de reducción de presión compuesta por una válvula de estrangulamiento y accesorios de control como manómetros y válvulas de seguridad.

Dimensionamiento:

El volumen del reactor R-3 se calcula mediante las ecuaciones de diseño manteniendo las relaciones ya mencionadas en el R-1 y R-2. Teniendo en cuenta que el tiempo total de carga y descarga suman 60 minutos en total, el tiempo de reacción es de 7 horas.

$$t_{Ciclo} = t_{Llenado} + t_{Reacción} + t_{Vaciado}$$

Considerando la masa de lactida que se debe alimentar (10,6 tn) y catalizador (9,10 kg) junto con la densidad de la solución, se determina el volumen, al cual se suma un 30% como margen de seguridad.



R-3	
Masa de Solución [kg]	10.585,9
V solución [m ³]	9,5
V cilindro [m ³]	12,3
H cilindro [m]	3,3
D cilindro [m]	2,2

Tabla 4.31. Diseño de reactor R-3

Aplicando la misma secuencia que en R-1 y R-2

	Energía [kJ]	Potencia [kW]
Hi	3.688.159	
ΔrH°	-54.150	
Hs	3.827.682	
Qamb	-57.640	-2,3
Q	143.013	6

Tabla 4.32. Termodinámica del equipo

De los cálculos se deriva que es necesario proveer energía térmica para que la reacción se produzca. Se necesita aportar **6 kW de calor**. El cálculo del serpentín externo de calefacción se realiza aplicando las ecuaciones de transferencia de calor en estado estacionario. Utilizando vapor saturado a una presión absoluta de 15 bar se encuentra que son necesarios **4,84 m² de área de intercambio**, que se encuentra dentro de la superficie propia del equipo. Es necesario aislar térmicamente este reactor por cuestiones de eficiencia y seguridad. Esto se logra mediante una capa de arcilla refractaria. Para lograr una superficie externa a 60°C es necesario un **espesor de 47 mm** de aislante.

$$Q = U \cdot A \cdot f \cdot \Delta T$$

Q[kW/m ²]	U [kW/m ² /K]	ΔT [K]	f	A [m ²]
6	0,0652	18	1	4,84

Tabla 4.33. Cálculo de área de intercambio

$$\Delta x [m] = k \cdot \Delta T / Q$$

Q [W]	Ti [°C]	Te [°C]	k [W/m/K]	Espesor [m]
2287,30	180	60	0,9	0,047

Tabla 4.34. Cálculo de aislación

En base al área requerida para el intercambio de calor, se realiza el diseño del serpentín. Se define a continuación los parámetros que definen al mismo, como diámetro interno, diámetro nominal, cédula y por último longitud y número de pasos.

Considerando el caudal de vapor requerido, se realiza el dimensionamiento de las tuberías según el **método de la velocidad recomendada**. La entalpía de vaporización del vapor a 15 bar es de 1945 kJ/kg, por lo que el caudal de vapor requerido es de 0,051 kg/s.



Para una velocidad recomendada de 20 m/s, el diámetro interior requerido es de 18,03 mm. Este corresponde al **diámetro nominal de ½ pulgada**. Para resistir la presión de 15 bar (203 psi manométricos) un caño de cédula 5 es suficiente. La ecuación siguiente (ASME B31.3) nos permite encontrar la presión máxima admisible para una tubería una vez conocido su material de construcción y geometría.

$$P = 2 \cdot t \cdot S \cdot E / (D - 2 \cdot t \cdot Y)$$

$$P = 2 \cdot 0,065 \cdot 16000 \cdot 0,85 / (0,84 - 2 \cdot 0,065 \cdot 0,5)$$

donde:

t: espesor de tubería 0,065 [pulg]

S: tensión admisible 16000 [psi]

E: factor de calidad de la tubería 0,85

D: diámetro exterior de la tubería 0,84 [pulg]

Y: coeficiente de espesor de pared 0,5

La presión máxima admitida según el cálculo es de 2281 psi, o 157 bares.

Tomando la mitad de la circunferencia de la cañería se obtiene que la longitud requerida para cubrir el área de intercambio es de **136,3 m**. Teniendo en cuenta el diámetro del reactor que es de 2,2 metros la camisa así conformada mide 0,7 metros de alto, con **21 pasos** de cañería.

El agitador es de tipo ancla de **2185 mm** de diámetro girando a 24 RPM. La **potencia requerida** por el agitador calculada mediante el método del número de potencia es de **1,3 kW**. Es necesario un motor de **2,2 kW** acoplado a un reductor de 1:125.

$$P [W] = Kt \cdot D^5 \cdot N^3 \cdot \rho$$

Diámetro ag. [m]	RPS	Densidad [kg/m³]	Kt	Potencia [W]
2,185	0,4	1153,70	0,35	1286

Tabla 4.35. Cálculo de sistema de agitación

El diseño del espesor de pared requerido al igual que en R-1 y R-2, toma como parámetro la diferencia de presión interna y ambiental. La calefacción se realiza mediante un sistema de serpentín externo. La presión de vapor de trabajo es resistida por este serpentín, y la estructura del reactor no recibe más que la transferencia de calor.

El mecanismo de cálculo aplicado para determinar el espesor de pared requerido en base a los esfuerzos experimentados por darse la reacción a presión reducida es el método gráfico extraído del ASME *boiler and pressure vessel code* 2011, Addenda, Sección 2, Parte D. Este método calcula la presión externa máxima soportada para un determinado espesor de pared, dimensiones de equipo y resistencia del material.

En el cálculo de espesor de pared se aplicaron los mismos pasos que en los reactores anteriores. Como los parámetros de diseño son similares los resultados a fines prácticos son los mismos. El espesor de la placa de acero **AISI 316** utilizada para este equipo es de **10mm**. Ésto le otorga resistencia a la presión externa de 1 atm para una vida de servicio de 10 años, teniendo en cuenta que la presión de diseño es un 10% superior a la de trabajo y un módulo de elasticidad E de $2,7 \times 10^7$ PSI.

Según los cálculos por el método gráfico, la pared de 10mm de espesor resistirá una P_{max} de 1,1 atm superando un 10% a la máxima a la que está expuesto y con esto cumple con las condiciones de diseño.

$$P_{max}[PSI] = 4 * B / [3 * (D0/t)]$$

t[mm]	D0[mm]	D0/t	L/D0	A	E[PSI]	B	$P_{máx}$ [PSI]	$P_{máx}$ [Atm]
10	2410	241	1,5	1,20E-4	2,7E+7	2850	15,77	1,1

Tabla 4.36. Cálculo de espesor de pared para equipos cilíndricos sometidos a presión externa

Elaborado y comercializado por la empresa MyV Mixing, ubicada en la provincia de Buenos Aires, Argentina

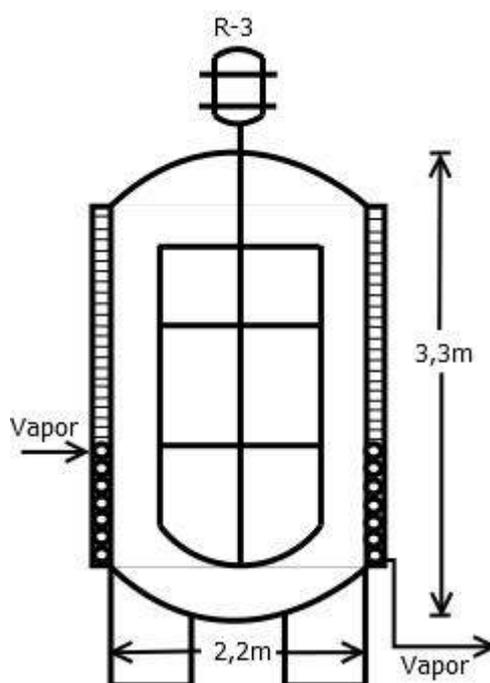


Figura 4.27. Croquis R-3

Desvolatilizador S-1:

La corriente de salida del reactor 3 contiene 0,5 t de lactida que es recuperada en este equipo el cual opera a 10 mmHg, aprovechando la diferencia de volatilidad respecto del PLA. El dímero es condensado y recirculado al reboiler del destilador T-1. El equipo consiste en un tanque cilíndrico con una salida superior de la corriente volátil compuesta por lactida y un fondo cónico para la salida de la corriente sólida compuesta por PLA.

Este equipo opera con la energía de la corriente proveniente del R-3, por lo que si bien la corriente ingresa a 180°C, no será necesario incluir un sistema de calefacción y aislación.

La pulverización de la corriente de entrada favorece la evaporación de la lactida volátil y a su vez la solidificación del PLA. Se asume que con una altura de caída de 4 metros y un diámetro de 2,2 las corrientes alcanzan a separarse manteniendo los caudales de trabajo necesarios.

La empresa AESA ubicada en Canning, Ezeiza, Argentina fabrica este equipo a pedido ya que no se encuentra catálogos de diseños estándares por lo que se ajusta a las condiciones del cliente en particular.

Dado que el desvolatilizador S-1 se encuentra ubicado al lado del secador D-1 en la distribución de equipos, la corriente sólida de fondo es transportada mediante tornillos hasta el secador. El consumo de potencia del sistema de transporte de sólidos se suma a la potencia consumida por el secador D-1.

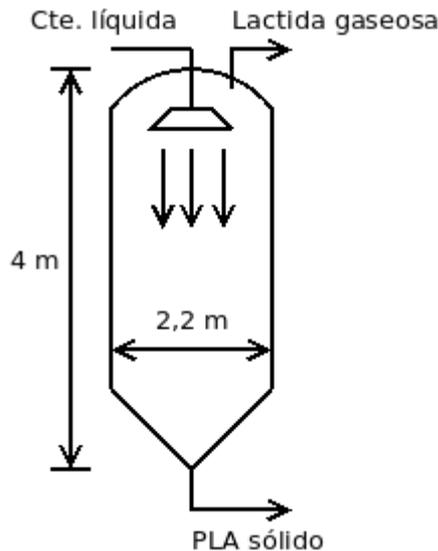


Figura 4.28. Croquis S-1

Condensador:

El condensador realiza el proceso inverso al desvolatilizador, por lo que retira 9,2 kW condensando la corriente de vapor.

El sistema se diseña en base al empleo de agua a 26°C como fluido de refrigeración, la cual alcanza una temperatura de salida de 76°C. Del balance de energía se obtiene el caudal del fluido de refrigeración:

ΔT [°C]	C_p [kJ/kg/°C]	Q [kW]	Q_m [kg/s]
50	4,18	9,2	0,04

Tabla 4.37. Caudal de agua de refrigeración

Para lograr la condensación de la corriente de entrada de ácido láctico son necesarios **0,04 kg/s** de agua.

Para dimensionar la superficie de intercambio en este equipo se utilizó la ecuación característica de los intercambiadores de calor. El intercambio de calor demanda una superficie de **0,38 m²** debido a los bajos caudales de corriente de entrada.

Se selecciona un equipo del tipo condensador de un solo paso con pozo caliente. La empresa AESA ubicada en Canning, Ezeiza, Argentina fabrica este equipo a pedido.

Q [kW]	U [kW/m ² /°C]	ΔT_{LM}	f	Área [m ²]
-9,2	0,28	87	1	0,38

Tabla 4.38. Condiciones de construcción

Secador D-1:

Este proceso se lleva a cabo en un secador del tipo regenerativo de doble lecho de circuito cerrado a 80°C durante 1,3 h con caudal de aire de 0,016 m³/min/kg. Durante su operación el aire de proceso atraviesa el PLA y luego atraviesa el lecho de material secante, mientras que el lecho de reserva se regenera. Esto representa un requisito total de 160 m³/min de aire de secado.

En base a los requisitos del proceso, se selecciona el modelo DBP-6000 de la empresa SULLAIR. Este equipo es capaz de procesar 6000 pies cúbicos de aire por minuto, mientras el proceso requiere 5600 pies cúbicos por minuto.

El consumo total de potencia del secador D-1 incluye el necesario para la calefacción del aire por resistencia y el de transporte de sólidos hacia el equipo adoptando un sistema de tornillos de consumo de 0,670 kW. El consumo total de potencia del equipo es 2 kW.

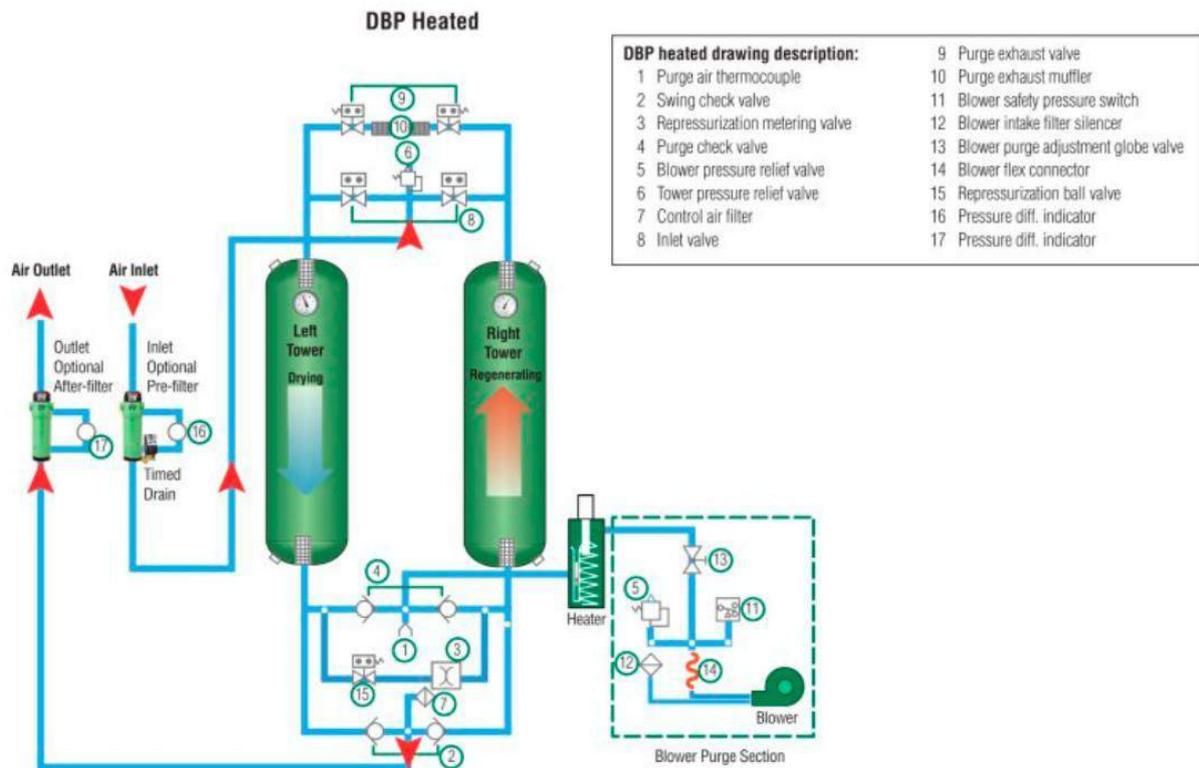


Figura 4.29. Evaporador regenerativo DBP-6000 de Sullair

Extrusora EX-1:

La extrusora EX-1 es un modelo de operación en seco adecuada para la producción requerida con un consumo de potencia de 15 kW y una velocidad de tornillo de 30–70 m/min. Este tornillo es el encargado de comprimir la corriente de PLA conforme es moldeado por la boquilla del equipo en forma cilíndrica.

La corriente de PLA saliente del secador D-1 es transportada a la extrusora EX-1 por gravedad ya que se encuentran contiguos en la distribución de equipos y la diferencia de altura entre equipos alcanza para alimentarlo a la tolva de la extrusora.

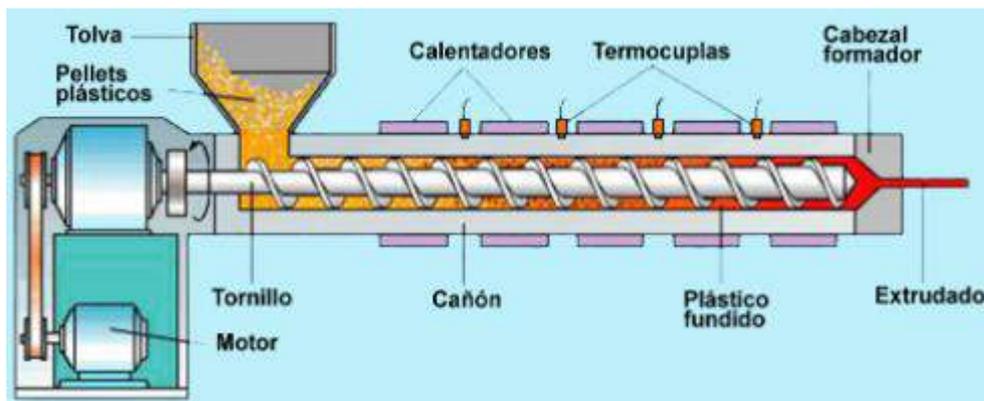


Figura 4.30: Modelo de Extrusora. Fuente: <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/>

Cortadora CU-1:

La cortadora CU-1 tendrá una capacidad máxima de 15 tn/h y una potencia de 2500W. Este equipo convierte los cilindros de PLA en pellets, que es una de las formas comerciales más aceptadas en la actualidad.

Los pellets de ácido poliláctico así formados son transportados mediante montacargas por la calle interna detallada en los planos en la zona posterior de la fábrica. Este transporte se realiza en contenedores de 1 m³ que son rotados conforme se llenan en CU-1 y descargan en el elevador de cangilones del silo V-1.

Silo de Almacenamiento V-1:

El silo V-1 se ha diseñado mediante las ecuaciones anteriores. Para su carga el silo cuenta con un elevador de cangilones movido mediante el motor eléctrico M6. El PLA se almacenará a presión atmosférica y a temperatura ambiente. Se establece un coeficiente de seguridad del 20%. El silo está construido en acero inoxidable y su carcasa es cilíndrica. Además, existe una tolva para análisis de calidad que almacena el 1% del producto.

V-1	
Volumen de Tanque (m ³)	8,71
Volumen Tanque Total (m ³)	10,45
Volumen de Cilindro (m ³)	8,77
Hreactor	2,93
Dreactor	1,95
Volumen de Tolva	1,68
Tang 30°	0,57
Dtolva	0,3

Tabla 4.39. Diseño de construcción

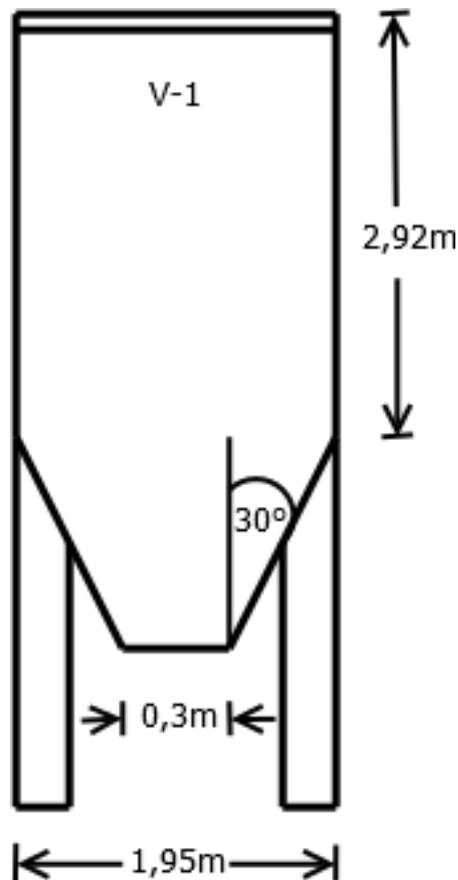


Figura 4.31. Croquis de Silo con tolva

4.3.2 Cálculo y/o adopción de equipos auxiliares

Los servicios auxiliares que requiere la planta de producción son:

- Vapor saturado a 28 y 15 bar, utilizado como fluido caliente en los reactores R-1, R-2, R-3 y el destilador T-1.
- Agua a 26°C, utilizada como fluido frío en el condensador parcial, la torre de destilación T-1, y el condensador del desvolatilizador S-1. En los servicios auxiliares se emplea agua para reposición en la torre de enfriamiento T-2 y para mantener el nivel de agua requerido por la bomba de vacío de anillos. También se requiere agua para limpieza de equipos e instalaciones, agua para el personal y para reposición en caldera.
- Aire caliente, utilizado en el secadero D-1 para eliminar la humedad presente en los pellets de PLA.
- Energía eléctrica para motores, equipos e iluminación.
- Combustible para caldera.



- Vacío en R-1, R-2, R-3, torre de destilación T-1 y desvolatilizador S-1.

Servicio de vapor de agua saturado

Consumo de Vapor:

Vapor		
Equipo	Qm [kg/h]	Qm [kg/día]
R-1	184,69	1478
R-2	248,32	993
R-3	184,69	1108
T-1	2,72	33
Máximo	620,42	-

Tabla 4.40. Servicio de vapor

La caldera es del tipo acuotubular produciendo vapor saturado a una presión de servicio de 28 bar ($T_s=230^{\circ}\text{C}$). Para el calentamiento de la mezcla reaccionante y productos de la reacción de los reactores de prepolimerización y polimerización, servicios de calefacción, entre otros.

Ya que la etapa de mayor consumo de vapor es la del reactor R-2, con seleccionar una caldera que satisfaga esta operación junto con cualquier otra es suficiente para todo el sistema. Con una sola caldera a fueloil que genere 200 kg/h de vapor con un consumo de 8 kg/h de combustible la demanda de vapor de diseño se encuentra satisfecha. Esta caldera es comercializada por la empresa Instalaciones Térmicas S.A.

La presión de diseño del sistema de distribución de vapor es de 28 bar. El suministro de vapor para equipos de presiones inferiores es adecuado mediante la instalación de válvulas reductoras de presión y accesorios de control como manómetro y válvula de seguridad, lo que permite una operación segura y eficiente.



Figura 4.32. Modelo de Caldera acuotubular

Servicio de Combustibles:

El combustible para caldera utilizado es Fuel Oil provisto por la empresa CaleGroup. El tanque de almacenamiento cuenta con sistema de calefacción para controlar su viscosidad.

Combustible	
m [kg/día]	193,56
V [m³/día]	0,20

Tabla 4.41. Consumo de combustible diario proyectado

$$m_{comb} [kg/día] = \frac{m_{vap} * \Delta H_{vap}}{\eta * PCI}$$

$$\eta = 0,85$$

$$m_{vap} = 4687 \text{ kg/día}$$

$$\Delta H_{vap} = 1811,5 \frac{kJ}{kg}$$

$$PCI \text{ Fuel Oil} = 39765 \frac{kJ}{kg}$$



Servicio de Agua:

Agua a 26 °C [kg/día]	
Agua de Caldera	181
Agua para personal	1.000
Agua para condensador	1.338
Agua para limpieza	533
Agua para destilador	65
Total	3.116

Tabla 4.42. Consumo de agua diario proyectado

Fuente de aprovisionamiento

El principal proveedor de agua de red es la empresa provincial AySA.

Agua de Caldera

Antes de ingresar a la caldera se la debe someter a un acondicionamiento específico debido al tipo de vapor que se necesita en el proceso. El mismo consiste en:

- Tratamiento de intercambio con resinas iónicas para eliminar la dureza y sílice.
- Agregado de agentes químicos para inactivar el efecto corrosivo del oxígeno.

Para mantener el nivel de sólidos disueltos en niveles aceptables es necesario purgar el agua de la caldera en función de su nivel de utilización. El nivel de purga recomendado es del 5%, lo que representa un caudal de 188 litros de agua por día de operación.

Otros consumos de agua

De acuerdo al Decreto 351/79 de la Ley 19587 la cantidad de agua para el personal es de 50L por persona y jornada. Teniendo en cuenta que el plantel es de 20 personas el consumo resulta en 1000 L, además requiriendo 1 L de agua para limpieza/superficie en m² se suman 533 L. Se requiere un volumen de 2 m³ siendo esta reserva suficiente para consumo, limpieza y red contra incendios. Los consumos de agua de enfriamiento del condensador parcial se explican en la **Tabla 4.24**. Los consumos de agua de enfriamiento de la torre T-1 se explican en la **Tabla 4.26**.

Agua de enfriamiento

En base a los cálculos realizados en los equipos de procesos principales se determina el consumo de agua de enfriamiento. Se observa que, sin mejoras, este ronda los 0,5 L/s. Esto significa un consumo diario mayor a 7 m³ tan solo para el servicio de agua de enfriamiento. A fines de mejorar este parámetro se incorpora una torre de enfriamiento de tiro inducido. Se designa para este equipo el nombre T-2. Esta clase de dispositivos enfrían la corriente líquida mediante contacto directo con el ambiente. Durante el proceso no solo se intercambia calor por conducción sino también por la evaporación de parte de la corriente líquida.

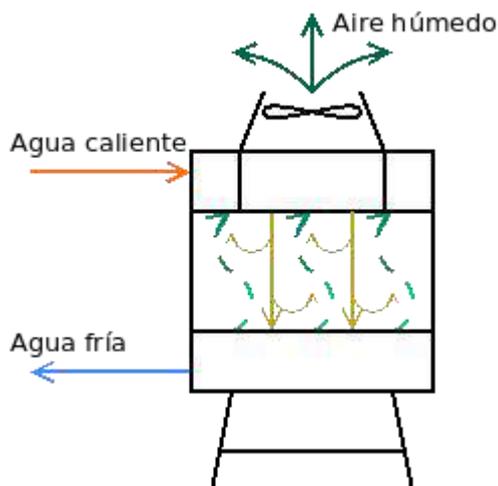


Figura 4.33. Torre de enfriamiento T-2

Para alcanzar la temperatura de operación de agua fría de 26 °C a partir de la temperatura de diseño de salida de 76 °C se debe evaporar el 19% de la corriente de líquido. Las altas temperaturas de entrada de la corriente líquida disminuyen el impacto negativo de condiciones atmosféricas desfavorables como por ejemplo humedades relativas elevadas.

Para satisfacer la necesidad de agua de enfriamiento a procesar se elige una torre de enfriamiento en base a la corriente a tratar. La torre seleccionada es un equipo capaz de procesar 60 L/minuto lo que equivale a 2 veces la corriente de agua caliente.

Corriente	Caudal Caliente [kg/s]	Reposición [kg/s]
Condensador Parcial	0,50	0,09
T-1	0,01	0,001
Total	0,51	0,09

Tabla 4.43. Caudal de agua a enfriar y reponer

Servicio de Aire en Secadero D-1

El secado se realiza en secador del tipo regenerativo de doble lecho de circuito cerrado a 80°C durante 1,3 h con caudal de 0,016 m³/min/kg.

La cantidad de humedad a retirar es pequeña respecto a la masa de las corrientes principales por lo que la calefacción se realiza mediante resistencias eléctricas. Para realizar el dimensionamiento de las resistencias eléctricas se considera que el contenido es del doble del permitido por los estándares de calidad. El calor adicionado por la resistencia es absorbido



por el agua para pasar de la fase sólida donde está retenida a la fase gaseosa. Se demanda entonces un consumo de 1,3 kW para secar el producto.

$$\lambda_{\text{vap}}(80^{\circ}\text{C}): 2308 \text{ kJ/kg}$$

$$t: 1,3 \text{ h}$$

$$Q_{\text{ced}} = Q_{\text{abs}}$$

$$Q_{\text{ced}} = (\lambda_{\text{vap}} \cdot \Delta m)/t$$

$$Pot [kW] = \lambda_{\text{vap}} * m/t$$

$$Pot [kW] = [2308 \text{ kJ/Kg} * (5,4 - 2,7) \text{ Kg}]/[1,3\text{h} * 3600(\text{s/h})]$$

$$Pot[kW]=1,33$$

	Concentración [ppm]	masa [kg]
Humedad objetivo	250	2,7
Humedad inicial	500	5,4

Tabla 4.44. Masa de agua a retirar.

Servicio de Vacío

La bomba es la encargada de generar el vacío necesario en algunas etapas del proceso. Se utiliza una red de vacío que conecta a todos los equipos que lo requieran con la bomba.

Existen variados materiales de construcción de estos equipos dependiendo de la composición del fluido a extraer. En este caso se determinó conveniente el uso de acero inoxidable por la presencia de vapor de agua, aire y vapor de ácido láctico (trazas).

Se toma una bomba de vacío de dos etapas de anillo líquido Omel. El modelo BLA-200/160-60 operando a un vacío de 720 mmHg (presión absoluta, 40 mmHg) es capaz de retirar un caudal de gas de 176 m³/h requiriendo una potencia de 5,6 BHP a 1450 RPM y con un requerimiento de agua de anillo máximo de 0,4 m³/h. Para que este proceso pueda llevarse a cabo con mayor eficiencia se rocía agua a temperatura ambiente en la corriente de vapor. Se suministra esta agua a un caudal de 285 l/h mediante una boquilla de 3,05 mm impulsada por la diferencia de presión entre el exterior y el interior de la conducción de vapor.

El agua para la formación de los anillos de la bomba de vacío circula en un circuito cerrado escalonado. Luego del ciclo de operación del condensador parcial, que es el que mas demanda al sistema, este reposa 16 horas hasta que vuelve a funcionar de forma continua lo que le permite alcanzar el equilibrio térmico con el ambiente, sin requerir mayor refrigeración que éste. El agua total a utilizar se almacena en un reservorio separado de la descarga de la bomba para evitar el aumento de la temperatura que conlleva la descarga del efluente gaseoso. Luego del ciclo de operación el agua de la bomba es repuesta desde su descarga y el excedente es conducido al sistema de tratamiento de efluentes.

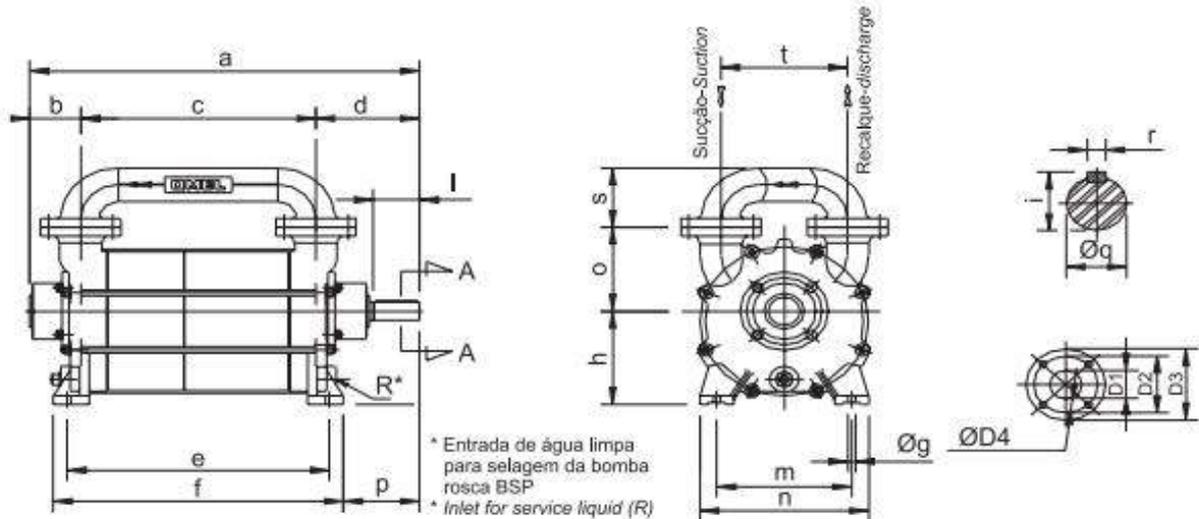


Figura 4.34. Esquema de bomba de vacío de anillos líquidos. Catálogo BLA. omel.com.br

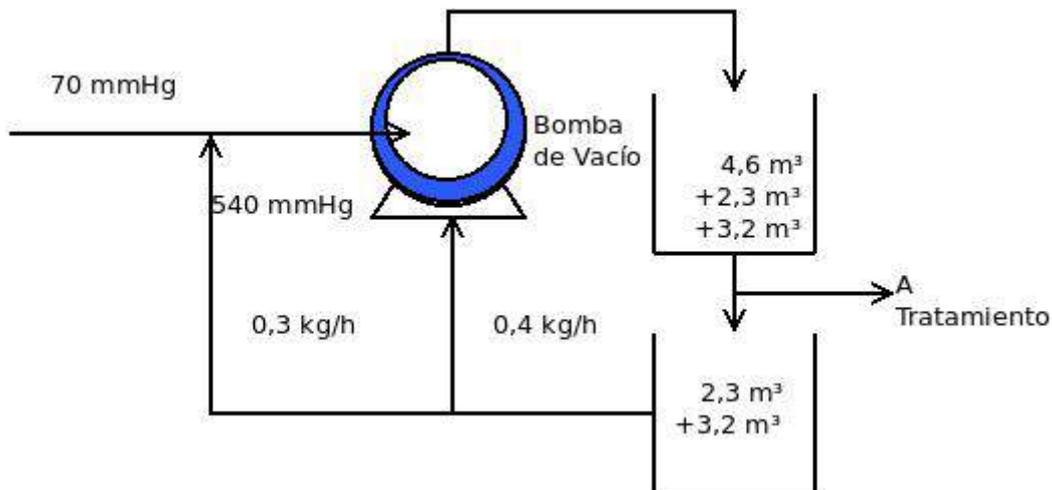


Figura 4.35. Esquema del sistema de vacío.

Energía Eléctrica

En el establecimiento se ocupa electricidad de baja tensión trifásica, servicio provisto por el parque industrial. El sistema consta de un tablero general de ingreso del cual dependen tres tableros, el de iluminación, el de máquinas y el de bombas y agitadores.

Centro de control de motores.

Determinación de la fuerza motriz necesaria

Consideraciones:

- El consumo eléctrico de la resistencia del extrusor se incluye en la sección de Formado.



- El cálculo de potencia consumida del secador D-1 es la suma de la potencia requerida por la resistencia para calefacción del aire y la potencia consumida por el tornillo de transporte de sólidos hacia el equipo.

Descripción		Potencia (W)	Tiempo de uso (h/mes)	Energía (kWh/mes)
Vacío	P-Vac	4.176	200	835
Bombas Cinéticas	P-1	5.593	8	45
	P-Cal	3.729	5	20
	P-Comb	3.729	5	20
	P-SBR	3.729	8	30
	P-Cis	3.729	5	20
	Subtotal			134
	Bombas de Desplazamiento Positivo	P-2	559	8
P-3		559	64	36
P-4		559	8	4
Subtotal				45
Formado	CU-1 (M4)	2.500	11	27
	D-1 (Secador)	2.000	21	42
	EX-1 (M5/R)	15.000	11	160
	Subtotal			228
Motores	M1	2.200	160	352
	M2	2.200	60	132
	M3	2.200	120	264
	M6	2.200	20	44
	M7	2.200	16,0	35
	Subtotal			827
Compresor	C-SBR	2.200	16,0	35
Total				2105

Tabla 4.45. Energía eléctrica requerida



Iluminación

Para el cálculo de los niveles de iluminación de cada área se empleó como base los lineamientos expuestos en el anexo IV del decreto 351. Este decreto reglamentario fija la iluminación requerida según la tarea, uso o complejidad de las actividades a desarrollar en cada sitio. El otro factor de importancia es el área a iluminar, el cual puede medirse a partir de la planimetría general.

El plano para iluminar se encuentra a 80 cm del suelo. Para las zonas de oficinas y de descanso del personal la altura de las luminarias es de 2,5 m equipadas con lámparas Osram 2700K. En la zona de calderas se emplean lámparas Osram 4000K a una altura de 3 metros. En las zonas de producción se emplean lámparas del tipo de sodio de alta presión a una altura de 3,5 metros. Por último, en el perímetro la altura de las luminarias de tipo Light Efficient Design 4000K es de 4,5 metros. Las alturas responden a la necesidad de cubrir diferentes superficies con diferentes niveles de iluminación.

Para el dimensionamiento de los sistemas se emplea el método del cono de luz. Este método relaciona el ángulo de apertura de la lámpara, los lúmenes requeridos, la luminancia y distancia al plano a iluminar.

Luminaria elegida

Osram 2700K 8,5 y 19W

Osram 4000K 11W

Phillip HPS 1700K E26 70W

Light Efficient Design 4000K 20W

Zona	Iluminación req [lux]	Lámparas a usar	Energía máxima [W]
Oficinas	500	6	114
Baño oficinas	100	2	17
Nave Principal	300	30	2100
Baño, vestuario y depósito	100	10	85
Sala de pelletizado	400	5	350
Sala de calderas	100	4	44
Perímetro	100	14	280
		Total	2990

Tabla 4.46. Lámparas necesarias y consumo eléctrico asociado

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

Transporte de fluidos

Para el transporte en el proceso se necesitan 7 (siete) puntos de bombeo. Entre los que se distinguen 5 (cinco) del tipo cinética centrífuga y 3 (tres) del tipo de desplazamiento positivo de engranajes.

Para cada punto de bombeo se considera la instalación de 2 (dos) equipos en paralelo, una en servicio y la segunda en espera rotando periódicamente.

Debido a que en algunos tramos del proceso el sistema se encuentra a baja presión y elevada temperatura, se deberá otorgar gran importancia al diseño de cañerías con el objetivo de evitar cavitación. Como ser, se propone instalar las bombas en un nivel por debajo de los equipos para favorecer el transporte.

Los equipos que tengan contacto con sustancias corrosivas como ácido láctico deberán construirse con acero inoxidable. También se deberá tener en cuenta la resistencia del equipo a la circulación de fluidos calientes.

Las bombas de desplazamiento positivo rotatorias de engranajes son utilizadas para el transporte de los polímeros viscosos, calientes y a baja presión en el proceso.



Figura 4.36. Bomba de engranajes

Las Bombas Cinéticas Centrífugas serán aplicadas en el transporte de gran caudal en el proceso.



Figura 4.37. Bombas centrífugas



Nomenclatura	Tipo	Marca	Modelo	Caudal [m ³ /h]	Carga Total [m]	Máx. Presión [Atm]	Potencia [HP]	Material
P-1	C	Dayton	12A078	47,7	28,65	-	7,5	Acero Inoxidable
P-2	D	PROCON PUMPS	14A125F1 1AA 250	35	-	17	0,75	Acero Inoxidable
P-3	D	PROCON PUMPS	14A125F1 1AA 250	35	-	17	0,75	Acero Inoxidable
P-4	D	PROCON PUMPS	14A125F1 1AA 250	35	-	17	0,75	Acero Inoxidable
P-SBR	C	PROCON PUMPS	14A125F1 1AA 250	35	-	17	0,75	Acero Inoxidable
P-Caldera	C	Dayton	12A078	34	33,55	-	5	Acero Inoxidable
P-Comb	C	Dayton	12A078	34	33,55	-	5	Acero Inoxidable
P-Cisterna	C	Dayton	12A078	34	33,55	-	5	Acero Inoxidable
P-Ref	C	Fluvial	NERO	4	32	-	1	Acero Carb. o Hierro
P-Vac	A	Omel	BLA-200/160-60	176	-	-	5,6	Acero Inoxidable
C-SBR	Compresor	Dayton	Lusqtoff	20,1	80	7,82	3	Acero Inoxidable

Tabla 4.47. Equipo de transporte de fluido de proceso y auxiliares

Sistema de Cañerías

En este proceso existen dos grandes grupos de fluidos a conducirse, aquellos que son corrosivos y aquellos que no lo son. Para dimensionar las cañerías se empleó la técnica de las velocidades recomendadas. Por el motivo antes mencionado y sumando un análisis de las presiones, caudales y temperaturas involucradas se seleccionaron dos grupos principales de caños:

Para ácido láctico, lactato, ácido poliláctico y octoato de estaño: cañerías de acero inoxidable ASTM A312 TP316L sin costura en los diámetros nominales de ½, 2, 2½ y 3 pulgadas de la cédula 5.

Para conducir agua de enfriamiento, vapor y condensado: cañerías de acero al carbono ASTM A53 sin costura en los diámetros nominales de 1, 1½, 3½ y 4 pulgadas, todos de la cédula 5.



Los cálculos empleados para arribar a estas conclusiones se encuentran detallados en una hoja de cálculos anexa y se realizaron de acuerdo con las recomendaciones de la compañía Spirax Sarco (2020).



	Corriente 1	Corriente 4	Corriente 3	Corriente 8	Condensado	Vapor total	Vapor R-1	Vapor S-1	Vapor R-2	Vapor R-3	Agua condensada	Ingreso caldera
Capacidad máx [kg/s]	8,50	6,57	0,91	0,72	0,22	0,22	0,05	0,05	0,07	0,05	0,50	0,22
Densidad [kg/m ³]	1.206,00	1.206,00	1.251,00	1.120,00	864,66	13,51	10,05	10,05	13,51	10,05	998	864,66
Caudal vol [m ³ /s]	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0,00
Velocidad recom. [m/s]	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	20,00	20,00	20,00	20,00	6,00	2,50	2,50
Diámetro ideal [mm]	59,91	52,67	19,25	18,11	11,46	32,41	18,03	18,03	18,03	32,92	15,99	11,46
Presión fluido [bar]	0,98	0,07	14,71	0,07	14,71	28,00	15,00	15,00	27,00	15,00	0,98	26,48
Presión [Pa]	98.066,50	6.864,66	1.470.997,50	6.864,66	1.470.997,50	2.647.795,50	1.470.997,50	1.470.997,50	2.647.795,50	1.470.997,50	98.066,50	2.647.795,50
Tensión adm [kg/cm ²]	1.097,00	759,00	844,00	740,00	844,00	844,00	844,00	844,00	844,00	844,00	1.097,00	844,00
" [bar]	1.075,79	744,32	827,68	725,69	827,68	827,68	827,68	827,68	827,68	827,68	1.075,79	827,68
Espesor req. Barlow [mm]	0,03	0,00	0,17	0,00	0,10	0,52	0,16	0,16	0,29	0,29	0,01	0,18



diámetro adoptado [m]	68,80	68,80	18,03	18,03	18,03	30,10	18,03	18,03	18,03	18,03	18,03	18,03
DN [plg]	2 ½	2 ½	½	½	½	1	½	½	½	½	½	½



4.3.4 Tratamiento de efluentes

Se advierten efluentes sólidos como todo tipo de envases que deberán ser reutilizados o descartados en contenedores de basura.

Entre los efluentes gaseosos se encuentran aquellos emitidos por la caldera. Esto se corrige mediante un buen mantenimiento y la incorporación de filtros.

En efluentes líquidos se consideran corrientes de agua residual por las actividades de limpieza y uso de sanitarios, por lo que la red cloacal sería el destino final de estas corrientes. Además, el reactor R-1 arrastra en su corriente de vapor ácido láctico el cual no puede ventearse según reglamenta el decreto 1074/2018 de la provincia de Buenos Aires, por superar los valores reglamentarios para ácido acético que utilizamos como análogo al láctico. Esta corriente, proveniente de R-1, es el único efluente industrial presente en este proceso. Se procede a continuación al delineamiento del proceso de tratamiento de la misma para su adecuada disposición final.

Normativa vigente:

El Código de Aguas (Ley 12257), la Ley 5965 y su Decreto Reglamentario N° 2009/60, modificado por su similar N° 3970/90, el Decreto N° 3734/00 que crea el Consejo Consultivo Multisectorial, la Resolución N° 280/01 del Ministerio en relación a la integración del Consejo Consultivo Multisectorial, y la Resolución de AGOSBA N° 389/98 relativa a las Normas para el vertido de efluentes líquidos

GRUPO	PARAMETRO	UNIDA D	CODIGO TÉCNICA ANALITICA	LIMITES PARA DESCARGAR A:			
				Colectora Cloacal	Cond. Pluv. o cuerpo de agua superficial	Absorción por el suelo (h)	Mar Abierto
I	Temperatura	°C	2550 B	≤45	≤45	≤45	≤45
	pH	upH	4500 H+ B	7,0-10	6,5-10	6,5-10	6,5-10
	Sólidos Sedim 10 Min (2)	ml/l	Cono Imhoff	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
	Sólidos Sedimen.2 Horas (2)	ml/l	Cono Imhoff	≤5,0	≤1,0	≤5,0	≤5,0
	Sulfuros	mg/l	4500 S=D	≤2,0	≤1,0	≤5,0	NE (c)
	S.S.E.E. (1)	mg/l	5520 B (1)	≤100	≤50	≤50	≤50
	Cianuros	mg/l	4500 CN C y E	≤0,1	≤0,1	Ausente	≤0,1
	Hidrocarburos Totales	mg/l	EPA 418.1 ó ASTM3921- 85	≤30	≤30	Ausente	≤30
	Cloro Libre	mg/l	4500 Cl G (DPD)	NE	≤0,5	Ausente	≤0,5
	Coliformes Fecales (f)	NMP/10 0ml	9223 A	≤20000	≤2000	≤2000	≤20000



II	D.B.O.	mg/l	5210 B	≤200	≤50	≤200	≤200
	D.Q.O.	mg/l	5220 D	≤700	≤250	≤500	≤500
	S.A.A.M.	mg/l	5540 C	≤10	≤2,0	≤2,0	≤5,0
	Sustancias fenólicas	mg/l	5530 C	≤2,0	≤0,5	≤0,1	≤2,0
	Sulfatos	mg/l	4500 SO4 E	≤1000	NE	≤1000	NE
	Carbono orgánico total	mg/l	5310 B	NE	NE	NE	NE
	Hierro (soluble)	mg/l	3500 Fe D	≤10	≤2,0	≤0,1	≤10
	Manganeso (soluble)	mg/l	3500 Mn D	≤1,0	≤0,5	≤0,1	≤10

Caracterización del efluente líquido:

Teniendo en cuenta que la corriente de vapor que sale del reactor R-1 es de 4,6m³ y puede contener hasta 1 kg de ácido láctico resultado en una concentración de 217 mg/L. Este nivel lo convierte en un contaminante por su carga orgánica y por su acidez a pesar de ser un ácido débil, además de su temperatura elevada.

Tratamiento propuesto

El efluente no requiere un tratamiento primario, ya que es una fase homogénea. Se selecciona como tratamiento de efluentes el sistema SBR (Sequencing Batch Reactor) de la empresa Aeration Argentina. Este es un proceso de barros activados de depuración aeróbica. La depuración se realiza en un único reactor, en el cual el efluente atraviesa diferentes etapas a lo largo de su tratamiento. Luego de ingresar en este, el líquido a tratar se airea y mezcla durante un periodo controlado. El final de la secuencia consiste en la sedimentación del lodo activo y extracción de la fase líquida tratada. El sistema es compacto y requiere un volumen de 5m³.

Para las tareas de agitación y aireación el sistema cuenta con un motor para el agitador y con un compresor de aire. Para el movimiento de efluentes se utiliza una bomba cinética. Sus nombres son M7, C-SBR y P-SBR respectivamente.

Material de Construcción	PRFV, chapa
Caudal	1m ³ /día a 1500m ³ /día
Operación	automatizable
Modulares	Se pueden agregar módulos en paralelo

Tabla 4.48. Características del sistema SBR. Aeration Argentina

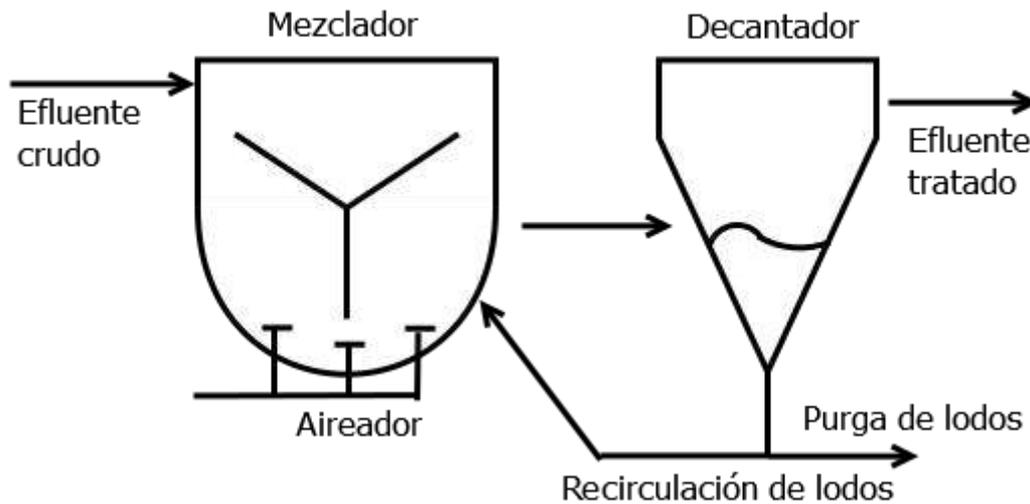


Figura 4.38. Flow sheet de Planta compacta SBR.

4.4 Terreno y edificios

4.4.1 Terreno, medidas y características del mismo, régimen de ocupación.

El terreno se encuentra ubicado en el parque industrial Campana, en la provincia de Buenos Aires. Tiene una superficie de 1975 m². Se llevará a cabo la construcción completa de las instalaciones para el desarrollo de las tareas además de caminos internos para el correcto tránsito de los medios de transporte.

4.4.2 Edificios y otras obras civiles

El predio cuenta con 4 secciones, las cuales corresponderá a:

- Una nave de producción que cuenta con un laboratorio, taller y áreas para el personal como baño y comedor además, allí se encuentran la mayor cantidad de equipos del proceso
- Una oficina de dirección y ventas
- Un sector de servicios auxiliares
- Una nave de procesado de PLA donde se realiza su formado.

La totalidad del predio estará delimitada por un cerco perimetral metálico con una altura de 2,5 m soportados por columnas de hormigón rodeado con alambre de acero galvanizado tipo concertina simple con un único acceso por la entrada principal.



Características generales de los edificios de producción, depósitos, administrativos y auxiliares. Diseño de planta, techos y paredes.

Nave de producción

Es una estructura de tipo galpón con techo a dos aguas. El piso es de cemento alisado. En este edificio se ubican no solo la mayoría de los equipos de producción y paneles eléctricos, sino que además cuenta con depósito, laboratorio y las instalaciones dedicadas a atender las necesidades del personal. Su altura es de 5 metros.

Nave de formado

Es un área contigua a la nave de producción con una pared en común. La altura de esta sección es de 3 metros por los equipos allí alojados. Su techo es a dos aguas. Su superficie es de 6,8 x 10,0 metros.

Laboratorio

Ubicado dentro de la nave de producción para su fácil acceso. Su superficie es de 2,65m x 5m. La infraestructura de un laboratorio de este rubro son servicio de agua, servicio de energía eléctrica y paredes revestidas de azulejos para mantener la correcta limpieza.

Baños

En base al plantel de personal y el decreto N° 351/79 es necesario disponer de baños separados por sexo. Los baños del área de producción cuentan con agua potable, inodoros, duchas y lavamanos. El baño de hombres cuenta además con mingitorio. El baño del área de administración solo cuenta con agua potable, inodoro y lavamanos. Las paredes cuentan con revestimiento cerámico. La superficie total del baño de producción es de 1,85 x 5 metros, mientras que el baño de la zona de comercialización y administración es de 2,1 x 1,8 metros.

Cocina Comedor

Este es un sector de descanso del personal. Se encuentra dentro de la nave de producción. Cuenta con agua potable, energía eléctrica y gas. Su superficie es de 2,85 x 3 metros.

Salón de Dirección y ventas

Este edificio es una estructura independiente donde se llevan a cabo las tareas administrativas y de ventas. Cuenta con su propio baño como se mencionó en el capítulo anterior.

Obras complementarias

Las correspondientes a: movimiento de tierra (relleno de terrenos), caminos de acceso, playas de estacionamiento y caminos internos de circulación, cercos perimetrales e internos.



CAPÍTULO N°5 ORGANIZACIÓN

5 Organización

5.1 Tipo de empresa

La empresa se dedica a la producción y comercialización de Ácido Poliláctico. Se adopta como estructura organizativa de la empresa la Sociedad de Responsabilidad Limitada (S.R.L) que según la Ley N.º 19.550 posee 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:

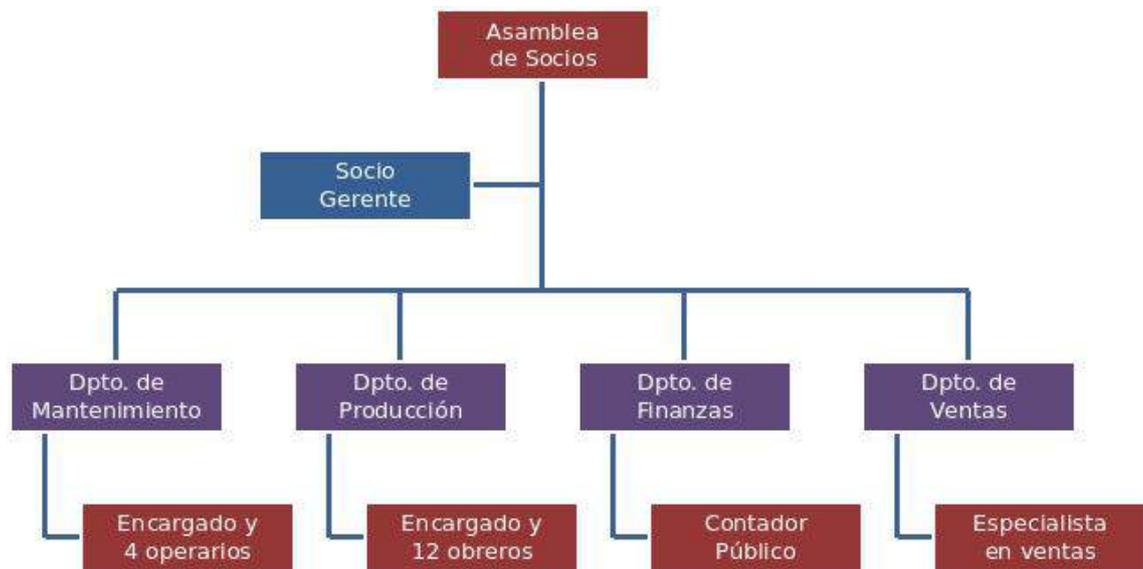


Figura 5.1. Organigrama de la empresa.

Departamento de Producción:

- Un Ing. Químico responsable del Departamento.
- Doce obreros distribuidos en tres turnos. Cuatro obreros por turno de los cuales uno será el encargado del turno.

Departamento de Mantenimiento:

- Un Ing. Electromecánico responsable del Departamento.
- Cuatro obreros distribuidos en dos turnos. Dos obreros por turno.

Departamento de Finanzas:

- Un Contador Público Nacional.

Departamento de Ventas:

- Especialista en ventas.



Socio Gerente:

- Una persona designada por Asamblea de Socios.

Asamblea de Socios

Conjunto de socios con número de integrantes mayor a dos y como máximo cincuenta.

Los socios son personas externas al funcionamiento diario de la empresa que aportan capital a la sociedad y su representante en la empresa es el socio gerente.

5.3 Personal ocupado

Descripción de Puestos:

PUESTO	Responsable de Producción
RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none">• Responsable del área de producción.• Responde al Socio Gerente.• Responsable de operarios del departamento.• Optimización de Producción.
FUNCIONES	<ul style="list-style-type: none">• Gestión de compra de insumos.• Gestión de turnos y actividades.• Gestión de calidad.• Producción.• Gestión de Higiene y Seguridad.• Gestión de Recursos Humanos.• Gestión Ambiental
FORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none">• Ingeniero Químico.

PUESTO	Operario de Producción
RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none">• Realiza tareas de producción• Responde al Encargado de Producción• Realiza tareas de control de calidad• Responsable de la calidad del producto final y su control
FUNCIONES	<ul style="list-style-type: none">• Logística interna• Limpieza• Control del proceso• Relevamiento de información
FORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none">• Nivel secundario.

PUESTO	Socio Gerente
RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none">• Manejo y gestión de la empresa• Mediador y gestor de la empresa
FUNCIONES	<ul style="list-style-type: none">• Colaborar y coordinar con los departamentos.• Representar Asamblea de Socios
FORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none">• Profesional de competencia en la función.



PUESTO	Responsable de Mantenimiento
RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none">• Responsable del correcto funcionamiento de equipos de producción• Responde al Socio Gerente• Responsable de obreros del departamento• Colabora con responsable de producción
FUNCIONES	<ul style="list-style-type: none">• Gestión de compra de insumos.• Gestión de turnos y actividades.• Gestión de calidad.• Gestión de Higiene y Seguridad.• Gestión de Recursos Humanos.
FORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none">• Ingeniero Electromecánico.

PUESTO	Operario de Mantenimiento
RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none">• Responsable del correcto funcionamiento de equipos de producción• Responde al Encargado de Mantenimiento• Colabora con departamento de producción
FUNCIONES	<ul style="list-style-type: none">• Relevamiento de datos• Mantenimiento Predictivo, Preventivo y Correctivo• Limpieza
FORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none">• Capacitación comprobable competente en la función

PUESTO	Responsable de Finanzas
RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none">• Responsable del área de finanzas y contabilidad• Gestión de recursos productivos.• Colaborar con la venta de productos• Maximizar ganancias y reducir costos• Búsqueda de nuevos clientes• Responde al Socio Gerente
FUNCIONES	<ul style="list-style-type: none">• Comercial/atención al cliente• Contabilidad/finanzas• Logística externa• Compra y pago
FORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none">• Contador Público Nacional.

5.4 Sistema de remuneración e incentivos

Consideraciones:

- El monto por hora del Socio Gerente por lo general se conviene con la Asamblea de Socios, pero en este caso se sugiere un 15% más que un Encargado de Producción.
- Encargado de Producción se corresponde con Oficial Especializado de Producción.
- Encargado de Mantenimiento se corresponde con Oficial Especializado de Mantenimiento



- Contador Público, por lo general se asigna esta actividad a Estudio Contable siendo externo a la empresa por lo que se considera como monto la mitad del Obrero de Producción.
- Especialista en Ventas se corresponde con Operador Especializado.
- Obrero de Producción se corresponde con Operario ya que será personal que carece de conocimiento técnico por lo que deberá ser capacitado para su función.
- Operador de Mantenimiento se corresponde con Operador, ya que cuenta con conocimiento técnico.

5.5 Planilla de determinación de salarios.

Los salarios de los trabajadores de esta fábrica se determinan en base al convenio colectivo de trabajo N° 419/05 en los que intervienen la Cámara Argentina de la Industria Plástica (CAIP) y la Unión de Obreros y Empleados Plásticos (UOYEP). El acuerdo salarial vigente rige de octubre 2021 a mayo 2022 (UOYEP, 2021).



Detalle		Categoría	Básico	Premios (15%)	Cargas Sociales (26%)	Adicionales(10%)	SAC (10.5%)	ART (1%)	Total Individual	Cantidad de Operarios	Total Mensual	Meses de Trabajo	Total Anual	Total Anual
			[AR\$]	[AR\$]	[AR\$]	[AR\$]	[AR\$]	[AR\$]	[AR\$]		[AR\$]		[AR\$]	[USD]
PRODUCCIÓN														
MO Directa														
Mensualizado	Obrero de Producción	Operario	67.781	10.167	17.643	6.778	7.117	678	110.164	12	1.321.973	12	15.863.673	149.742
	Operador de Mantenimiento	Operador	78.649	11.797	20.472	7.865	8.258	786	127.828	4	511.313	12	6.135.751	57.917
Total de MOD											1.833.285		21.999.424	207.659
MO Indirecta														
Mensualizado	Encargado de Producción	Oficial Especializado	95.008	14.251	24.731	9.501	9.976	950	154.417	1	154.417	12	1.853.001	17.491
	Encargado de Mantenimiento	Oficial Especializado de Mantenimiento	95.031	14.255	24.737	9.503	9.978	950	154.454	1	154.454	12	1.853.447	17.495



	Socio Gerente	Socio Gerente	109.259	16.389	28.440	10.926	11.472	1.093	177.579	1	177.579	12	2.130.951	20.115
Total de MOI											486.450		5.837.400	55.101
Total de MO Producción											2.319.735		27.836.824	262.760
ADMINISTRACIÓN														0
Mensualizado	Contador Público	Contador	33.890	5.084	8.822	3.389	3.559	339	55.082	1	55.082	12	660.986	6.239
COMERCIALIZACIÓN														0
Mensualizado	Especialista en ventas	Operador Especializado	85.604	12.841	22.283	8.560	8.988	856	139.133	1	139.133	12	1.669.596	15.760



CAPÍTULO N°6

COSTOS



6 Costos

6.1 Cálculo de costos

6.1.1 Costos de producción:

Materia prima e insumos

- Ácido Poliláctico 85%: USD 2,3 + IVA / kg. Debido al volumen de producción propio de nuestra industria, se accedió a un descuento sobre el Ácido Poliláctico de un 60% para un precio final por kilogramo de USD 1,38 + IVA.
- Octoato de Estaño: USD 12,76 + IVA / kg

Mano de obra directa:

- El salario del personal se encuentra bajo el Convenio Colectivo de Trabajo N° 419/05 de la Unión Obreros y Empleados Plásticos (UOYEP).

Gastos indirectos de fabricación:

- Amortizaciones: Se utiliza para este proyecto la depreciación lineal en función del tiempo. Se adiciona una tabla de depreciaciones en la sección de Inversiones y Fuentes de financiamiento.
- Mano de obra indirecta: Esta categoría incluye los salarios del socio gerente, encargados de producción y personal de mantenimiento.
- Energía eléctrica, gas y agua: Este se compone de una base independiente del nivel de producción como la energía necesaria para iluminación y otra directamente relacionada al régimen de producción. Del análisis de costos, el componente fijo del consumo eléctrico es de 340 dólares al año. Asimismo, del análisis de costos se observa que el costo variable propio de este concepto es de 474 dólares anuales.
El consumo de agua fijo considera el volumen utilizado en las instalaciones para limpieza, el agua para baños y agua para beber definido por el decreto 351/1979. El consumo de agua variable se compone principalmente del agua de reposición para la caldera y el agua de reposición del circuito de enfriamiento. El costo por m³ es de 0,303 dólares.
- Impuestos: Tomando como guía el impuesto inmobiliario de la ciudad de Resistencia este se considera como el 0,5% del valor del terreno y mejoras.
- Mantenimiento: Los costos de mantenimiento son proporcionales al valor de los equipos. Para su dimensionamiento se adopta el 2% del valor total de los mismos (García Garrido, 2003).
- Imprevistos y varios: Se estima corresponde a un 0,01% del total de materiales, mano de obra directa y mano de obra indirecta. Es un costo fijo.



6.1.2 Costos de administración y comercialización

- Mano de Obra: Esta categoría representa el salario del personal de ventas y administrativo.
- Gastos de comercialización: Los gastos de comercialización se componen enteramente de costos fijos. Estos representan los gastos necesarios para colocar el producto en el mercado. Se estiman como el 20% de los salarios en concepto de campañas de marketing, presentación en congresos y eventos de comercialización.
- Gastos de comunicación: Bajo este concepto se agrupan los costos de telefonía y de internet necesarios para que el área desempeñe sus funciones correctamente incluyendo cuatro líneas de telefonía móvil y acceso a internet.
- Seguros: Los costos de seguros se corresponden al monto del capital asegurado. Este costo adopta un valor igual al 0,01% de los valores del terreno y equipos.

6.1.3 Costos financieros

- Gastos bancarios: Este ítem representa el costo de mantenimiento de cuentas bancarias así como los costos por emisión de cheques. Su valor es del 0,7% de los ingresos brutos por ventas.
- Interés por inversión: Este costo se corresponde a la suma de los intereses de las cuotas del préstamo pagadas durante cada año.

6.2 Planilla de costos



AÑO 1				
ítem	Concepto	Costo Fijo	Costo Variable	Costo Total
1	COSTO DE PRODUCCIÓN	[USD]	[USD]	[USD]
1,1	Materias primas e insumos	0	3.728.585	3.728.585
1,2	Mano de obra directa	0	207.659	207.659
1,3	Gastos de Fabricación	104.672	3.257	107.929
1.3.1	Mano de obra indirecta	55.101	0	55.101
1.3.2	Amortizaciones	43.922	0	43.922
1.3.3	Energía Eléctrica	271	376	647
1.3.4	Combustible	0	2.235	2.235
1.3.5	Agua	82	81	163
1.3.6	Impuesto Inmobiliario	545	0	545
1.3.7	IVA	74	565	639
1.3.8	Mantenimiento	4.278	0	4.278
1.3.9	Imprevistos y varios	399	0	399
	SUBTOTAL	104.672	3.939.500	4.044.173
2	COSTO ADM Y COMERC			
2,1	Personal	21.999	0	21.999
2,2	Gastos de comercialización	4.400	0	4.400
2,3	Comunicaciones	634	0	634
2,4	Seguros	27	0	27
	SUBTOTAL	27.060	0	27.060
3	COSTOS FINANCIEROS			
3,1	Gastos bancarios	0	30.799	30.799
3,2	Interés por inversión	53.426	0	53.426
	SUBTOTAL	53.426	30.799	84.226
	TOTAL	185.159	3.970.300	4.155.458



AÑO 2				
ítem	Concepto	Costo Fijo	Costo Variable	Costo Total
1	COSTO DE PRODUCCIÓN	[USD]	[USD]	[USD]
1,1	Materias primas e insumos	0	3.948.046	3.948.046
1,2	Mano de obra directa	0	207.659	207.659
1,3	Gastos de Fabricación	104.679	3.460	108.139
1.3.1	Mano de obra indirecta	55.101	0	55.101
1.3.2	Amortizaciones	43.922	0	43.922
1.3.3	Energía Eléctrica	271	399	671
1.3.4	Combustible	0	2.374	2.374
1.3.5	Agua	87	86	173
1.3.6	Impuesto Inmobiliario	545	0	545
1.3.7	IVA	75	601	676
1.3.8	Mantenimiento	4.278	0	4.278
1.3.9	Imprevistos y varios	399	0	399
	SUBTOTAL	104.679	4.159.165	4.263.844
2	COSTO ADM Y COMERC			
2,1	Personal	21.999	0	21.999
2,2	Gastos de comercialización	4.400	0	4.400
2,3	Comunicaciones	634	0	634
2,4	Seguros	27	0	27
	SUBTOTAL	27.060	0	27.060
3	COSTOS FINANCIEROS			
3,1	Gastos bancarios	0	32.724	32.724
3,2	Interés por inversión	44.605	0	44.605
	SUBTOTAL	44.605	32.724	77.329
	TOTAL	176.343	4.191.889	4.368.232



AÑO 3				
ítem	Concepto	Costo Fijo	Costo Variable	Costo Total
1	COSTO DE PRODUCCIÓN	[USD]	[USD]	[USD]
1,1	Materias primas e insumos	0	4.180.284	4.180.284
1,2	Mano de obra directa	0	207.659	207.659
1,3	Gastos de Fabricación	104.679	3.675	108.353
1.3.1	Mano de obra indirecta	55.101	0	55.101
1.3.2	Amortizaciones	43.922	0	43.922
1.3.3	Energía Eléctrica	271	423	694
1.3.4	Combustible	0	2.523	2.523
1.3.5	Agua	87	91	178
1.3.6	Impuesto Inmobiliario	545	0	545
1.3.7	IVA	75	638	713
1.3.8	Mantenimiento	4.278	0	4.278
1.3.9	Imprevistos y varios	399	0	399
	SUBTOTAL	104.679	4.391.618	4.496.296
2	COSTO ADM Y COMERC			
2,1	Personal	21.999	0	21.999
2,2	Gastos de comercialización	4.400	0	4.400
2,3	Comunicaciones	634	0	634
2,4	Seguros	27	0	27
	SUBTOTAL	27.060	0	27.060
3	COSTOS FINANCIEROS			
3,1	Gastos bancarios	0	34.649	34.649
3,2	Interés por inversión	30.331	0	30.331
	SUBTOTAL	30.331	34.649	64.980
	TOTAL	162.069	4.426.267	4.588.336



AÑO 4				
Ítem	Concepto	Costo Fijo	Costo Variable	Costo Total
1	COSTO DE PRODUCCIÓN	[USD]	[USD]	[USD]
1,1	Materias primas e insumos	0	4.412.522	4.412.522
1,2	Mano de obra directa	0	207.659	207.659
1,3	Gastos de Fabricación	87.146	3.879	91.025
1.3.1	Mano de obra indirecta	55.101	0	55.101
1.3.2	Amortizaciones	26.390	0	26.390
1.3.3	Energía Eléctrica	271	446	718
1.3.4	Combustible	0	2.663	2.663
1.3.5	Agua	87	97	183
1.3.6	Impuesto Inmobiliario	545	0	545
1.3.7	IVA	75	673	748
1.3.8	Mantenimiento	4.278	0	4.278
1.3.9	Imprevistos y varios	399	0	399
	SUBTOTAL	87.146	4.624.060	4.711.206
2	COSTO ADM Y COMERC			
2,1	Personal	21.999	0	21.999
2,2	Gastos de comercialización	4.400	0	4.400
2,3	Comunicaciones	634	0	634
2,4	Seguros	27	0	27
	SUBTOTAL	27.060	0	27.060
3	COSTOS FINANCIEROS			
3,1	Gastos bancarios	0	36.574	36.574
3,2	Interés por inversión	16.058	0	16.058
	SUBTOTAL	16.058	36.574	52.632
	TOTAL	130.264	4.660.634	4.790.898



AÑO 5				
ítem	Concepto	Costo Fijo	Costo Variable	Costo Total
1	COSTO DE PRODUCCIÓN	[USD]	[USD]	[USD]
1,1	Materias primas e insumos	0	4.644.865	4.644.865
1,2	Mano de obra directa	0	207.659	207.659
1,3	Gastos de Fabricación	87.146	4.083	91.229
1.3.1	Mano de obra indirecta	55.101	0	55.101
1.3.2	Amortizaciones	26.390	0	26.390
1.3.3	Energía Eléctrica	271	470	741
1.3.4	Combustible	0	2.803	2.803
1.3.5	Agua	87	102	188
1.3.6	Impuesto Inmobiliario	545	0	545
1.3.7	IVA	75	709	784
1.3.8	Mantenimiento	4.278	0	4.278
1.3.9	Imprevistos y varios	399	0	399
	SUBTOTAL	87.146	4.856.608	4.943.754
2	COSTO ADM Y COMERC			
2,1	Personal	21.999	0	21.999
2,2	Gastos de comercialización	4.400	0	4.400
2,3	Comunicaciones	634	0	634
2,4	Seguros	27	0	27
	SUBTOTAL	27.060	0	27.060
3	COSTOS FINANCIEROS			
3,1	Gastos bancarios	0	38.500	38.500
3,2	Interés por inversión	2.775	0	2.775
	SUBTOTAL	2.775	38.500	41.275
	TOTAL	116.982	4.895.108	5.012.089



AÑO 6				
Ítem	Concepto	Costo Fijo	Costo Variable	Costo Total
1	COSTO DE PRODUCCIÓN	[USD]	[USD]	[USD]
1,1	Materias primas e insumos	0	4.877.103	4.877.103
1,2	Mano de obra directa	0	207.659	207.659
1,3	Gastos de Fabricación	87.146	4.287	91.433
1.3.1	Mano de obra indirecta	55.101	0	55.101
1.3.2	Amortizaciones	26.390	0	26.390
1.3.3	Energía Eléctrica	271	493	765
1.3.4	Combustible	0	2.943	2.943
1.3.5	Agua	87	107	194
1.3.6	Impuesto Inmobiliario	545	0	545
1.3.7	IVA	75	744	819
1.3.8	Mantenimiento	4.278	0	4.278
1.3.9	Imprevistos y varios	399	0	399
	SUBTOTAL	87.146	5.089.050	5.176.196
2	COSTO ADM Y COMERC			
2,1	Personal	21.999	0	21.999
2,2	Gastos de comercialización	4.400	0	4.400
2,3	Comunicaciones	634	0	634
2,4	Seguros	27	0	27
	SUBTOTAL	27.060	0	27.060
3	COSTOS FINANCIEROS			
3,1	Gastos bancarios	0	40.243	40.243
3,2	Interés por inversión	0	0	0
	SUBTOTAL	0	40.243	40.243
	TOTAL	114.206	5.129.293	5.243.499



AÑO 7				
ítem	Concepto	Costo Fijo	Costo Variable	Costo Total
1	COSTO DE PRODUCCIÓN	[USD]	[USD]	[USD]
1,1	Materias primas e insumos	0	5.109.341	5.109.341
1,2	Mano de obra directa	0	207.659	207.659
1,3	Gastos de Fabricación	87.146	4.491	91.638
1.3.1	Mano de obra indirecta	55.101	0	55.101
1.3.2	Amortizaciones	26.390	0	26.390
1.3.3	Energía Eléctrica	271	517	788
1.3.4	Combustible	0	3.083	3.083
1.3.5	Agua	87	112	199
1.3.6	Impuesto Inmobiliario	545	0	545
1.3.7	IVA	75	779	855
1.3.8	Mantenimiento	4.278	0	4.278
1.3.9	Imprevistos y varios	399	0	399
	SUBTOTAL	87.146	5.321.492	5.408.638
2	COSTO ADM Y COMERC			
2,1	Personal	21.999	0	21.999
2,2	Gastos de comercialización	4.400	0	4.400
2,3	Comunicaciones	634	0	634
2,4	Seguros	27	0	27
	SUBTOTAL	27.060	0	27.060
3	COSTOS FINANCIEROS			
3,1	Gastos bancarios	0	42.350	42.350
3,2	Interés por inversión	0	0	0
	SUBTOTAL	0	42.350	42.350
	TOTAL	114.206	5.363.842	5.478.048



AÑO 8				
ítem	Concepto	Costo Fijo	Costo Variable	Costo Total
1	COSTO DE PRODUCCIÓN	US\$	US\$	US\$
1,1	Materias primas e insumos	0	5.341.579	5.341.579
1,2	Mano de obra directa	0	207.659	207.659
1,3	Gastos de Fabricación	87.146	4.695	91.842
1.3.1	Mano de obra indirecta	55.101	0	55.101
1.3.2	Amortizaciones	26.390	0	26.390
1.3.3	Energía Eléctrica	271	540	811
1.3.4	Combustible	0	3.224	3.224
1.3.5	Agua	87	117	204
1.3.6	Impuesto Inmobiliario	545	0	545
1.3.7	IVA	75	815	890
1.3.8	Mantenimiento	4.278	0	4.278
1.3.9	Imprevistos y varios	399	0	399
	SUBTOTAL	87.146	5.553.934	5.641.080
2	COSTO ADM Y COMERC			
2,1	Personal	21.999	0	21.999
2,2	Gastos de comercialización	4.400	0	4.400
2,3	Comunicaciones	634	0	634
2,4	Seguros	27	0	27
	SUBTOTAL	27.060	0	27.060
3	COSTOS FINANCIEROS			
3,1	Gastos bancarios	0	44.275	44.275
3,2	Interés por inversión	0	0	0
	SUBTOTAL	0	44.275	44.275
	TOTAL	114.206	5.598.209	5.712.415



AÑO 9				
Ítem	Concepto	Costo Fijo	Costo Variable	Costo Total
1	COSTO DE PRODUCCIÓN	US\$	US\$	US\$
1,1	Materias primas e insumos	0	5.573.817	5.573.817
1,2	Mano de obra directa	0	207.659	207.659
1,3	Gastos de Fabricación	87.146	4.900	92.046
1.3.1	Mano de obra indirecta	55.101	0	55.101
1.3.2	Amortizaciones	26.390	0	26.390
1.3.3	Energía Eléctrica	271	564	835
1.3.4	Combustible	0	3.364	3.364
1.3.5	Agua	87	122	209
1.3.6	Impuesto Inmobiliario	545	0	545
1.3.7	IVA	75	850	926
1.3.8	Mantenimiento	4.278	0	4.278
1.3.9	Imprevistos y varios	399	0	399
	SUBTOTAL	87.146	5.786.376	5.873.523
2	COSTO ADM Y COMERC			
2,1	Personal	21.999	0	21.999
2,2	Gastos de comercialización	4.400	0	4.400
2,3	Comunicaciones	634	0	634
2,4	Seguros	27	0	27
	SUBTOTAL	27.060	0	27.060
3	COSTOS FINANCIEROS			
3,1	Gastos bancarios	0	46.200	46.200
3,2	Interés por inversión	0	0	0
	SUBTOTAL	0	46.200	46.200
	TOTAL	114.206	5.832.576	5.946.782



AÑO 10				
ítem	Concepto	Costo Fijo	Costo Variable	Costo Total
1	COSTO DE PRODUCCIÓN	US\$	US\$	US\$
1,1	Materias primas e insumos	0	5.806.055	5.806.055
1,2	Mano de obra directa	0	207.659	207.659
1,3	Gastos de Fabricación	87.146	5.104	92.250
1.3.1	Mano de obra indirecta	55.101	0	55.101
1.3.2	Amortizaciones	26.390	0	26.390
1.3.3	Energía Eléctrica	271	587	858
1.3.4	Combustible	0	3.504	3.504
1.3.5	Agua	87	127	214
1.3.6	Impuesto Inmobiliario	545	0	545
1.3.7	IVA	75	886	961
1.3.8	Mantenimiento	4.278	0	4.278
1.3.9	Imprevistos y varios	399	0	399
	SUBTOTAL	87.146	6.018.818	6.105.965
2	COSTO ADM Y COMERC			
2,1	Personal	21.999	0	21.999
2,2	Gastos de comercialización	4.400	0	4.400
2,3	Comunicaciones	634	0	634
2,4	Seguros	27	0	27
	SUBTOTAL	27.060	0	27.060
3	COSTOS FINANCIEROS			
3,1	Gastos bancarios	0	48.125	48.125
3,2	Interés por inversión	0	0	0
	SUBTOTAL	0	48.125	48.125
	TOTAL	114.206	6.066.943	6.181.149



6.3 Puesta en Marcha

Esta sección detalla los gastos extras en los que se incurre hasta que el sistema alcanza su punto de diseño. Tres meses es el tiempo estimado para que la producción alcance su ritmo normal. El nivel de producción en el primer mes es del 85%, seguido por 90% en el segundo, continuando en 95% al tercer y arribando al régimen de producción establecido en el cuarto mes.

- **Materia prima:** El consumo de materia prima se ajusta al nivel de producción por lo que también será menor pero se estima que en el primer y segundo mes se genera un exceso de consumo del 10%, por lo que ajustándose el proceso en el tercer mes se consume 5% de materia prima en exceso, logrando un ajuste de conformidad en el cuarto mes con exceso de materia prima consumida, despreciable.
- **Mano de obra directa:** Se emplea el plantel completo desde el inicio de la puesta en marcha.
- **Combustible:** El gasto de combustible se considera un 10% mayor al esperado debido a la entrada en régimen de la caldera y aclimatación del personal entre otras ineficiencias.
- **Energía eléctrica:** La demanda de energía de los equipos se corresponde con el nivel de producción en la planta. El consumo por iluminación representa un costo fijo significativo que no se ve afectado por la puesta en marcha.



CONCEPTO		MES			
		1	2	3	4
Nivel de producción	%	85	90	95	100
Unidades producidas PLA	Tn	136	144	152	160
Consumo de materia prima	%	85	90	95	100
Consumo de mp (Ác Láctico)	Tn	218	231	233	233
Gastos en materia prima	[USD]	301.110	318.823	321.238	322.043
Ocupación de MO directa	%	100	100	100	100
Gasto en MO directa	[USD]	17.305	17.305	17.305	17.305
Consumo de combustible	Tn	3	3	3	3
Gasto de combustible	USD	190	201	212	223
Consumo de energía eléctrica	%	85	90	95	100
Consumo de energía eléctrica	kWh	2.910	3.081	3.252	3.424
Gasto en energía eléctrica	[USD]	48	50	53	56
Total de gastos	[USD]	318.653	336.379	338.809	339.628
Gastos por tonelada	[USD]	2.343	2.336	2.229	2.123
Exceso de gastos por unidad	[USD]	220	213	106	0
Exceso de gastos	[USD]	29.969	30.714	16.162	0

Tabla 6.1. Costos de puesta en marcha.



CAPÍTULO N°7 INVERSIONES



7 Inversiones

7.1 Cálculo de inversiones

7.1.1 Inversiones en activos fijos y asimilables

- **Máquinas y tanques nacionales:** Su valuación surge de catálogos y páginas de proveedores.
- **Terreno y mejoras:** El terreno se encuentra ubicado en el parque industrial Campana, Buenos Aires donde el precio por metro cuadrado ronda los USD 55,16. Esto conduce a un total de USD 108.941 sin IVA. No se consideran los costos de las mejoras de terreno ya que pertenecen a un parque industrial.
- **Edificio y obras civiles:** Los costos de construcción dependen de la naturaleza del sector considerado. Para la zona de oficinas el valor del metro cuadrado es de USD 473,07 mientras que para las zonas de producción este valor es de USD 296,05 según el Consejo Profesional de Agrimensores, Ingenieros y Profesionales Afines. Para las zonas que solo requieren una platea el valor por metro cuadrado es de USD 78,14.
- **Máquinas importadas:** Los precios de los mismos se obtuvieron de catálogos online de proveedores internacionales. Los equipos para bombeo de fluidos corrosivos se obtuvieron del sitio web y catálogo de Grainger (2019).
- **Instalaciones Industriales:** Se considera el costo de instalación como el 20% del valor total de equipos tanto nacionales como importados.
- **Gasto de Importación:** Se considera el 50% del valor de la máquina importada.
- **Muebles y útiles:** Son bienes tales como sillas, escritorios y archivos, elementos especialmente importantes para el área de ventas y administración.
- **Rodados y equipos auxiliares:** Son las inversiones realizadas en la compra de los equipos auxiliares (caldera, torre de enfriamiento, tanques de reactivos y productos, etc.), además del costo que representa la disposición de las instalaciones auxiliares (gas, agua de red y de incendios, etc.). Se incluye la compra de un auto elevador que se prevé tendrá lugar el sexto año.
- **Imprevistos:** Es necesario reservar una cierta cantidad de fondos para hacer frente a cualquier tipo de eventualidad. Se destina a tal fin un 2% del valor del resto de los costos.
- **Ingeniería y Gestión:** Este es el primero de los costos diferidos. Representa el costo de diseño de la planta y costos accesorios a la adquisición de bienes. Se asigna a este fin el 2% del total de los ítems anteriores, que son bienes de uso.



- **Intereses Preoperativos:** Son los intereses del préstamo que deben pagarse durante el periodo previo al inicio de las actividades productivas del establecimiento.
- **Costos de puesta en marcha:** El costo de la puesta en marcha son los gastos en exceso de los tres meses al comienzo de producción.
- **Inversiones en activos de trabajo:** Para el normal desarrollo de las actividades fabriles es menester la realización de acopios y reservas de elementos claves como dinero, materia prima, insumos y productos terminados. Estas existencias permiten hacer frente a varios tipos de imprevistos que pueden surgir.

7.1.2 Inversiones en activo de trabajo

Para el normal desarrollo de las actividades fabriles es necesario de acopios y reservas de recursos clave como dinero, materia prima, insumos y productos terminados. Estas existencias permiten hacer frente a varios tipos de imprevistos que pueden surgir.

- **Stock de materias primas:** Para hacer frente a problemas de abastecimiento transitorios se adopta un stock equivalente a una semana de producción.
- **Combustible:** Se almacena lo suficiente para una semana de producción.
- **Stock de producto:** De manera similar a la materia prima, se mantiene un stock de producto correspondiente a una semana de producción a partir del primer año. Con el paso del tiempo, los costos de producción disminuyen. Nuestro stock de producto es contabilizado en unidad monetarias en base a nuestro costo, eso tiene como resultado la pequeña desinversión aparente de la tabla de Activos de trabajo
- **Almacén de repuestos:** Se mantienen piezas de repuesto que representan un 2% del valor inicial de las máquinas destinadas a producción e infraestructura relacionada.
- **Otros insumos:** Fondos destinados a hacer frente a eventualidades en los activos de trabajo.
- **Créditos a clientes:** Bajo este concepto se agrupan ventas realizadas a plazo a los clientes.
- **Disponibilidades en bancos:** Al momento de trabajar es necesario contar con una reserva de efectivo para llevar adelante el funcionamiento de la empresa. Para definir su cantidad se prevén dos meses de sueldos para todo el personal y dinero equivalente a un mes de servicios de agua, electricidad y combustible.

7.2 Planilla de inversiones



CONCEPTOS		EJERCICIOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Stock de materias primas	[USD]	84.741	84.741	84.741	84.741	84.741	105.565	105.565	105.565	105.565	105.565	131.956
Combustibles		102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102
Stock de productos		0	94.442	93.438	92.694	91.692	113.909	113.493	113.180	112.891	112.626	134.859
Almacén de repuestos		4.278	4.278	4.278	4.278	4.278	4.278	4.278	4.278	4.278	4.278	4.278
Otros insumos		399	399	399	399	399	399	399	399	399	399	399
Créditos a clientes		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponibilidad en caja y bancos		0	44.047	44.062	44.076	44.090	44.104	44.118	44.133	44.147	44.161	44.175
Total de activo de trabajo		89.519	228.009	227.019	226.289	225.301	268.357	267.955	267.657	267.382	267.131	315.768
Inversión en activo de trabajo		89.519	138.489	-990	-730	-988	43.055	-401	-299	-275	-251	48.637



	Rubros	Año										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Bienes de uso	Máquinas y tanques nacionales	67.077	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Terrenos y mejoras	108.941	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Edificios y obras civiles	133.311	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Instalaciones industriales	31.316	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Máquinas importadas	89.503	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gasto de importación	44.752	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rodados y equipos auxiliares	26.000	0	0	0	0	0	26.000	0	0	0	0
	Muebles y útiles	445	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Imprevistos	10.027	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Subtotal bienes de uso	511.371	0	0	0	0	0	26.000	0	0	0	0
2 Cargos diferidos	Ingeniería y Gestión	10.227	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Intereses Preoperativos	26.763	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Gastos de puesta en marcha	0	76.846	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Subtotal de cargos diferidos	36.990	76.846	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	IVA sobre 1 y 2	115.156	16.138	0	0	0	0	5.460	0	0	0	



4	Inversiones en activo de trabajo		89.519	138.489	-990	-730	-988	43.055	-401	-299	-299	-251	48.637
	Inversiones totales presupuestadas		753.036	231.473	-990	-730	-988	43.055	31.059	-299	-299	-251	48.637

7.3 Planilla de amortizaciones

Rubro	Inversión Inicial [USD]	Período Amortiz. [Años]	Tasa Amort. %	Año										Total [USD]	Valor residual [USD]	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
				[USD]												
Producción	Terreno	108.941	N/C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108.941
	Edificio	125.608	30	3	4.187	4.187	4.187	4.187	4.187	4.187	4.187	4.187	4.187	4.187	41.869	83.739
	Obras acces	0	30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Equipos	156.580	10	10	15.658	15.658	15.658	15.658	15.658	15.658	15.658	15.658	15.658	15.658	156.580	0
	Instalaciones	31.316	30	3	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044	10.439	20.877
	Rodados	26.000	5	20	5.200	5.200	5.200	5.200	5.200	5.200	5.200	5.200	5.200	5.200	52.000	0
	M y U produc.	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	448.445			26.089	26.089	26.089	26.089	26.089	26.089	26.089	26.089	26.089	26.089	260.888	187.557
Administración	Edificio	3.851	30	3	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	1.284	2.567
	Instalaciones	0	30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rodados	0	5	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



	M y Útiles	223	10	10	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	223	0
	Cargos Dif	53.128	3	33	17.532	17.532	17.532	0	0	0	0	0	0	0	52.597	0
	Total	57.202			17.683	17.683	17.683	151	151	151	151	151	151	151	54.103	3.099
Comercialización	Edificio	3.851	30	3	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	1.284	2.567
	Instalaciones	0	30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rodados	0	5	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	M y Útiles	223	10	10	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	223	0
	Total	4.074			151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	1.506	2.567
TOTAL AMORTIZACIONES		509.720													316.497	193.223

7.4 Cronograma de inversiones

A partir de un análisis de camino crítico se determinó la interrelación de inicio y finalización de cada paso en el proyecto desde inicio hasta tener la fábrica lista y el tiempo de ejecución máximo previsto. Son necesarios 7 meses para las obras de infraestructura.

Adicionalmente, es posible prever la cantidad de efectivo requerido a cada momento del proyecto. Al fin del año 0, serán requeridos USD 600.890 y al comienzo del año 1 serán requeridos USD 76.846 en concepto de gastos de puesta en marcha, inversión en activos de trabajo e intereses preoperativos.

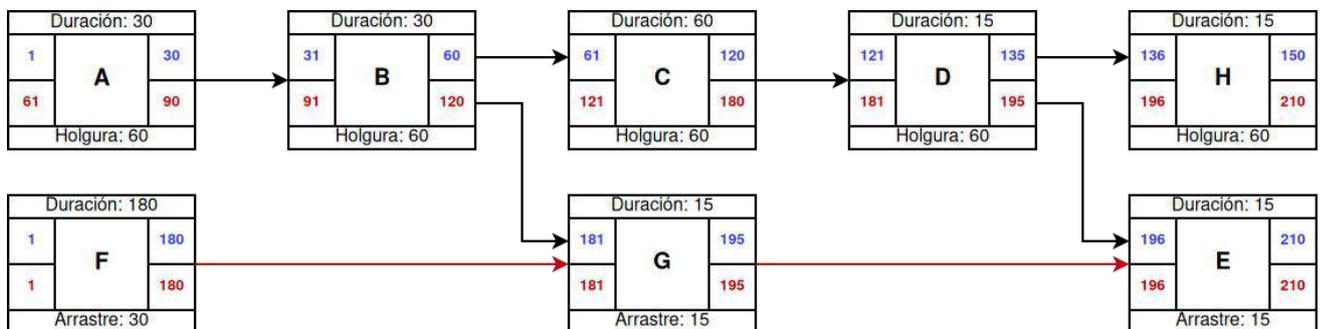
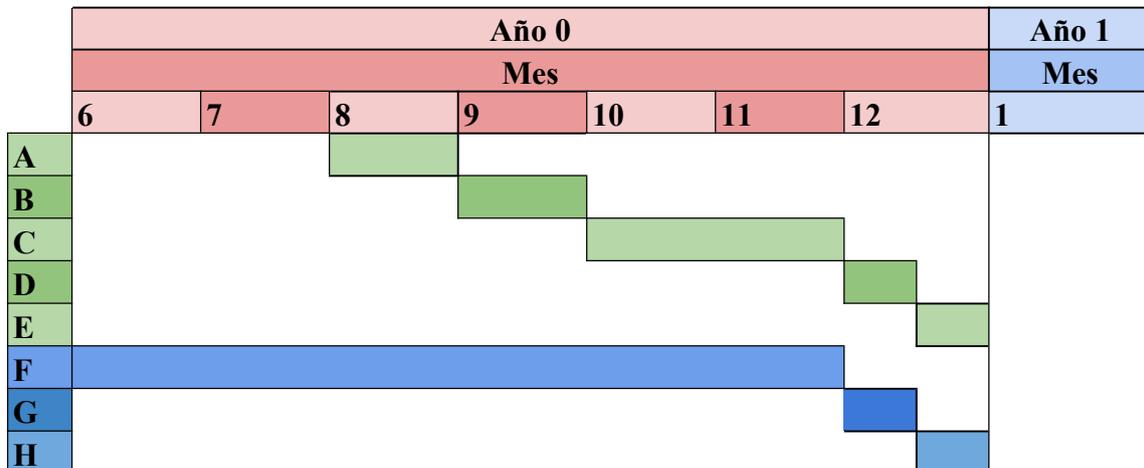


Figura 7.1. Camino crítico de inversiones en días



Referencias:

- A Cimientos
- B Carpeta y suelos
- C Paredes
- D Techado
- E Instalación eléctrica y cañerías
- F Importación
- G Equipos Nacionales e instalación
- H Instalaciones sanitarias y amueblamiento



CAPÍTULO N°8

FINANCIAMIENTO



8 Financiamiento

8.1 Fuentes de financiamiento

El 46% de la obra se financia con un préstamo bancario. Esto surge de dividir las inversiones según su fuente y sus posibilidades de financiación.

Fuentes propias: Las inversiones correspondientes a destinos asimilables y activos de trabajo son financiadas con el capital propio de los socios. La mitad de la adquisición del terreno es realizada con fondos propios.

Fuentes externas: Las inversiones correspondientes a la adquisición del terreno, construcción, máquinas y demás equipamiento son financiadas con un crédito otorgado por el Banco Provincia para empresas. El crédito es a 60 meses con una tasa nominal anual del 15% y un periodo de gracia sobre el capital de 6 meses. El cálculo de los intereses se realiza mediante el sistema alemán.

No se considera financiación por parte de proveedores.

8.2 Planilla de financiamiento

	Rubro	Propio [USD]	Externo [USD]		T. Interés	Total [USD]
			Banco	Proveed.		
1 Inversiones en A. Fijo	Terreno	54.471	54.471	-		108.941
	Edificios	-	133.311	-		133.311
	Instalaciones	-	31.316	-		31.316
	Máquinas	-	156.580	-		156.580
	Rodados	-	26.000	-		26.000
	Otros	-	55.224	-		55.224
2 Destinos asimilables	Investigación y estudios	6.818	-	-		6.818
	Organización	3.409	-	-		3.409
	Intereses preoperativos	26.763	-	-		26.763
	Gastos de puesta en marcha	76.846	-	-		76.846
3	IVA sobre inversiones	131.294	-	-		131.294
4	Subtotal 1+2+3	299.600	456.901	-		756.501
5	Inversiones en A. de trabajo	228.009	-	-		228.009
6	Total de Inversiones	527.609	456.901	-		984.509



9 Resultados

9.1 Determinación del Punto de Equilibrio para cada año

Al finalizar el 5º año, el descenso del punto de equilibrio es pequeño en comparación a la disminución del punto de equilibrio por cancelación de préstamos en los primeros cinco años..

La estrategia de fijación de precios adoptada es en base a los costos incurridos, los cuales se incrementan alrededor de un 5%.

Año	CV	CF	Ventas	Producción Anual	PE
	[USD]	[USD]	[USD]	Tn	%
1	3.970.300	185.159	4.399.900	1.760	43
2	4.191.889	176.343	4.674.894	1.870	37
3	4.426.267	162.069	4.949.887	1.980	31
4	4.660.634	130.264	5.224.881	2.090	23
5	4.895.108	116.982	5.500.000	2.200	19
6	5.129.293	114.206	5.748.994	2.310	18
7	5.363.842	114.206	6.049.987	2.420	17
8	5.598.209	114.206	6.324.981	2.530	16
9	5.832.576	114.206	6.599.975	2.640	15
10	6.066.943	114.206	6.874.969	2.750	14

Tabla 9.1. Punto de Equilibrio por año

De la tabla anterior se observa que el punto de equilibrio se mantiene aproximadamente constante a partir del sexto año. Esto se debe a la cancelación del préstamo solicitado.

En el primer año el punto de equilibrio ingreso-costo-producción representa el 43% de la producción total proyectada para ese año. El punto de amortización de costos a meta de producción alcanzada es de 1662 tn, lo que representa un 94% de producción vendida.

Para el quinto año el punto de equilibrio ingreso-costo-producción se encuentra en el 19% de la producción proyectada. El punto de amortización de costos a meta alcanzada es de 2005 tn, representando un 91% de la producción vendida.

Durante el décimo año el punto de equilibrio es de 14%. El punto de amortización de costos a meta alcanzada es de 2472 tn, o el 89% de la producción vendida.

Esto refuerza la preponderancia de los costos variables en el proceso al momento de analizar los costos totales del proceso.

9.2 Cuadro de fuentes y usos de fondo

Esta herramienta permite conocer el flujo de fondos desde, hacia y dentro de la propia organización. Estos resultados se obtuvieron en base a los considerandos presentados en los capítulos anteriores.



		PERIODO										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FUENTES	Saldo ejercicio anterior	0	0	315.375	462.524	646.180	860.679	1.124.871	1.488.382	1.896.155	2.331.005	2.792.931
	Aportes de capital propio	143.990	231.473	0	0	0	0	26.000	0	0	0	0
	Créditos no renovables	456.901	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Créditos renovables	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ventas	0	4.399.900	4.674.894	4.949.887	5.224.881	5.500.000	5.748.994	6.049.987	6.324.981	6.599.975	6.874.969
	Reintegro IVA	0	131.294	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL DE FUENTES	600.891	4.718.744	4.990.268	5.412.412	5.871.061	6.360.679	6.899.865	7.538.369	8.221.136	8.930.980	9.667.900
USOS	Incremento activo fijo	511.371	92.984	0	0	0	0	26.000	0	0	0	0
	Incremento activo de	89.519	138.489	-990	-730	-988	43.055	-401	-299	-275	-251	48.637



	trabajo												
	Costo total de lo vendido	0	3.984.170	4.369.236	4.589.081	4.791.899	4.989.873	5.243.914	5.478.361	5.712.704	5.947.047	6.158.917	
	Impuesto a las ganancias	0	138.577	101.886	120.269	144.327	170.042	168.360	190.542	204.092	217.643	238.684	
	Cancelación de deudas	0	93.072	101.534	101.534	101.534	59.228	0	0	0	0	0	
	Honorarios directores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Dividendos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	TOTAL DE USOS	600.890	4.447.292	4.571.666	4.810.153	5.036.772	5.262.198	5.437.873	5.668.604	5.916.521	6.164.439	6.446.238	
	TOTAL DE FUENTES Y USOS	0	271.452	418.602	602.258	834.289	1.098.481	1.461.992	1.869.765	2.304.615	2.766.541	3.221.662	
	AMORTIZACIONES TOTALES	0	43.922	43.922	43.922	26.390	26.390	26.390	26.390	26.390	26.390	26.390	
	SALDO PROPIO DEL EJERCICIO	0	315.374	147.150	183.656	214.499	264.192	363.511	407.773	434.850	461.926	455.121	
	SALDO AL EJERCICIO SIGUIENTE	0	315.375	462.524	646.180	860.679	1.124.871	1.488.382	1.896.155	2.331.005	2.792.931	3.248.052	



9.3 Cuadro de resultados proyectados

AÑOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas	[US D]	4.399.900	4.674.894	4.949.887	5.224.881	5.500.000	5.748.994	6.049.987	6.324.981	6.599.975	6.874.969
Gastos de Producción		4.044.173	4.263.844	4.496.296	4.711.206	4.943.754	5.176.196	5.408.638	5.641.080	5.873.523	6.105.965
Menos: Gastos de puesta en marcha		76.846	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de producción		3.967.327	4.263.844	4.496.296	4.711.206	4.943.754	5.176.196	5.408.638	5.641.080	5.873.523	6.105.965
Menos: Inc. Stock elaborado		94.442	-1.004	-744	-1.002	22.217	-415	-313	-289	-265	22.233
Costo de producción de lo vendido		3.872.885	4.264.848	4.497.041	4.712.208	4.921.537	5.176.612	5.408.951	5.641.370	5.873.788	6.083.732
Gastos de administración y comercialización		27.060	27.060	27.060	27.060	27.060	27.060	27.060	27.060	27.060	27.060
Gasto financiero		84.226	77.329	64.980	52.632	41.275	40.243	42.350	44.275	46.200	48.125
Costo total de lo vendido		3.984.170	4.369.236	4.589.081	4.791.899	4.989.873	5.243.914	5.478.361	5.712.704	5.947.047	6.158.917
Resultado		415.730	305.657	360.807	432.981	510.127	505.079	571.627	612.277	652.928	716.052
Impuesto a la ganancia		138.577	101.886	120.269	144.327	170.042	168.360	190.542	204.092	217.643	238.684
RESULTADO DESPUÉS DE IMPUESTO		277.153	203.771	240.538	288.654	340.085	336.720	381.085	408.185	435.285	477.368



9.4 Cálculo de la tasa interna de rentabilidad del proyecto (TIR).

Este parámetro resulta útil para comparar de manera relativa el proyecto con respecto a otras alternativas. Es dependiente del plazo de análisis, por lo que lo definimos en diez años, acorde con el plazo de análisis aplicado en los demás capítulos.

Periodo	Saldo a Tasa 0 [USD]	Coficiente	Saldo Propio [USD]	Saldo Acumulado [USD]
0	-600.638	1,0	-600.638	-600.638
1	143.029	0,7	98.834	-501.804
2	293.288	0,5	140.042	-361.761
3	315.521	0,3	104.106	-257.655
4	332.090	0,2	75.716	-181.939
5	326.195	0,2	51.391	-130.548
6	337.511	0,1	36.744	-93.804
7	407.773	0,1	30.676	-63.128
8	434.850	0,1	22.605	-40.523
9	461.926	0,0	16.593	-23.931
10	964.112	0,0	23.931	0

Estos resultados son alentadores pues la tasa obtenida de 45% supera a las tasas comparables de otras inversiones.

9.5 Tasa Interna de Retorno de la Inversión Propia (TOR)

De manera similar a la TIR, la TOR evalúa el rendimiento de la inversión solo tomando en cuenta la parte de las inversiones que surgieron del Patrimonio Neto constituido por los socios. Debido a que la inversión a recuperar es menor, la tasa invariablemente es mayor.

El valor de la TOR para este proyecto es de 96%.



Periodo	Saldo a Tasa 0 [USD]	Coficiente	Saldo Propio [USD]	Saldo Acumulado [USD]
0	-143.990	1,0	-143.990	-143.990
1	83.901	0,5	42.893	-101.097
2	147.150	0,3	38.458	-62.639
3	183.656	0,1	24.539	-38.100
4	214.499	0,1	14.652	-23.448
5	264.192	0,0	9.226	-14.223
6	363.511	0,0	6.489	-7.733
7	407.773	0,0	3.722	-4.011
8	434.850	0,0	2.029	-1.983
9	461.926	0,0	1.102	-881
10	722.251	0,0	881	0

9.6 Valor Actual Neto

Al momento de analizar los ingresos obtenidos por el proyecto de inversión resulta importante no solo considerar los montos en términos absolutos sino también ajustarlos por el paso del tiempo. En otras palabras, este análisis permite ilustrar cuánto es el dinero que produciría el proyecto a futuro si se los expresara en términos de hoy aplicando una tasa de referencia. El estudio se realizó en este caso a tasa cero.

Un efecto secundario pero no menos importante es la determinación del punto en el cual se puede considerar recuperada la inversión, conocido como Fecha de Retorno de la inversión. Esta dependerá de la tasa elegida y la inversión total.



Ejercicio	Inversión en Activo Fijo [USD]	Inversión en A. de Trabajo [USD]	Impuesto a la ganancia [USD]	Total, de Egresos [USD]	Utilidades antes impuestos [USD]	Amortizaciones [USD]	Intereses Financieros [USD]	Total de Ingresos [USD]	Diferencia [USD]	Diferencia actualizada [USD]
0	511.371	89.519	0	600.890	0	0	253	253	-600.638	-600.638
1	92.984	138.489	138.577	370.049	415.730	43.922	53426	513.078	143.029	-457.609
2	0	-990	101.886	100.896	305.657	43.922	44605	394.184	293.288	-164.321
3	0	-730	120.269	119.539	360.807	43.922	30331	435.060	315.521	151.200
4	0	-988	144.327	143.339	432.981	26.390	16058	475.429	332.090	483.290
5	0	43.055	170.042	213.098	510.127	26.390	2775	539.293	326.195	809.485
6	26.000	-401	168.360	193.959	505.079	26.390	0	531.470	337.511	1.146.996
7	0	-299	190.542	190.244	571.627	26.390	0	598.017	407.773	1.554.769
8	0	-275	204.092	203.817	612.277	26.390	0	638.667	434.850	1.989.619
9	0	-251	217.643	217.392	652.928	26.390	0	679.318	461.926	2.451.545
10	-193.223	-267.131	238.684	-221.670	716.052	26.390	0	742.442	964.112	3.415.657
TOTAL									3.415.657	



▪ **Beneficio Neto del capital propio y Fecha de Retorno de la Inversión (VAN Propio)**

Este cálculo sólo contempla la amortización de la inversión de los socios.

Ejercicio	Inversión Capital Propio [USD]	Saldo Propio F. y Usos [USD]	Dividendos Pagados [USD]	Ingresos Totales [USD]	Saldo del Periodo [USD]	Saldo Acumulado [USD]
0	143.990	0	0	0	-143.990	-143.990
1	231.473	315.374	0	315.374	83.901	-60.088
2	0	147.150	0	147.150	147.150	87.061
3	0	183.656	0	183.656	183.656	270.717
4	0	214.499	0	214.499	214.499	485.216
5	0	264.192	0	264.192	264.192	749.408
6	0	363.511	0	363.511	363.511	1.112.919
7	0	407.773	0	407.773	407.773	1.520.692
8	0	434.850	0	434.850	434.850	1.955.542
9	0	461.926	0	461.926	461.926	2.417.468
10	-460.354	455.121	0	261.897	722.251	3.139.719
Total					3.139.719	

Tiempo de retorno

De los valores de VAN se determina un tiempo de retorno de dos años y seis meses. Mientras que de VAN propio se calcula un tiempo de retorno de un año y cinco meses.

Efecto del apalancamiento

Ep	2,14
-----------	------

Ya que el resultado es mayor a 1, conviene tomar créditos.

Tasa de rentabilidad

Otro factor de análisis es la tasa de rentabilidad. Este indicador señala la cantidad de unidades monetarias que rinde el proyecto en promedio por cada cien unidades monetarias invertidas. A partir de los resultados obtenidos en el cuadro de VAN y para el plazo de análisis de 10 años, este proyecto tiene una tasa de rentabilidad de \$84 dólares cada año por cada cien dólares invertidos.



CAPÍTULO N°10 CONCLUSIONES



10 Conclusiones:

- El proyecto de producción de ácido poliláctico es factible y es una oportunidad de desarrollo en el país ya que actualmente sólo se importa para satisfacer la demanda del material. Constituyendo en sí el hito de obtener un biopolímero de industria nacional con materia prima de la región.
- La factibilidad del proyecto está asociada a inversiones elevadas en el desarrollo de la industria ya que al ser novedosa, aún resta profundizar el conocimiento y además el proceso incluye varias operaciones unitarias diferentes y determinantes constituyendo en sí un sistema complejo.
- Determinar el análisis económico es complejo por las variaciones económicas y monetarias propias del país dificultando la obtención de información confiable.
- El tiempo de retorno de la inversión propia es de un año y ocho meses.
- Las inversiones necesarias equivalen tan solo a una fracción de los costos asociados con la producción planeada, por lo que las tasas y plazos de retorno son altos y cortos respectivamente.

Sánchez Blanco Rafael Ignacio

Considero que la realización del proyecto final fue una prueba para mi tenacidad y paciencia en el cual fue fundamental tener en claro cuál es mi meta y a dónde debo llegar. También representa la aplicación de los conocimientos incorporados en el cursado de la carrera.

Ávila Demitroff, Rodrigo Iván

A lo largo de esta tarea me fue posible aplicar no solo lo aprendido en el cursado y otras prácticas íntimamente relacionadas con la Universidad, sino también habilidades que adquirí por otros medios, como lo son por ejemplo la utilización de herramientas de software libre. Solo combinando todas nuestras disciplinas y aptitudes es posible superar todos los obstáculos y desafíos propios de una industria de tal envergadura. No solo eso, sino que también esta actividad evidencia que el camino del aprendizaje nunca termina.



CAPÍTULO N°11

BIBLIOGRAFÍA



11 Referencia Bibliográfica:

Mercado

- Pang, X., Zhuang, X., Tang, Z., & Chen, X. (2010). Polylactic acid (PLA): Research, development and industrialization. *Biotechnology Journal*, 5, 1125-1136.
<https://doi.org/10.1002/biot.201000135>
- Sombatsompop, N., Srimalanon, P., Markpin, T., & Prapagdee, B. (2021). Polylactic Acid (PLA): Improve It, Use It, and Dump It Faster. *BioResources* 16(2), 2196-2199.
- Grand View Research. (2021). *Polylactic Acid Market Size, Share & Trends Analysis Report By End-use (Packaging, Textile, Agriculture, Automotive & Transport, Electronics), By Region (North America, APAC, Europe), And Segment Forecasts, 2021 - 2028*. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/polylactic-acid-pla-market>
- Grand View Research. (2021). *Lactic Acid Market Size, Share & Trends Analysis Report By Raw Material (Sugarcane, Corn, Cassava), By Application (PLA, Food & Beverages), By Region, and Segment Forecasts 2021 - 2028*. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/lactic-acid-and-poly-lactic-acid-market>
- Ecoplas. (2020). Publicación N° 54 ¿Qué son los Plásticos Biodegradables, Biobasados, Degradables, Oxodegradables, Compostables?.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2009). *Materiales plásticos biodegradables y/o compostables. Terminología* (Estándar IRAM 29420:2009). <https://catalogo.iram.org.ar/#/normas/detalles/10879>
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2019). *Materiales y productos plásticos biodegradables y compostables. Requisitos para su valoración mediante compostaje* (Estándar IRAM 29421:2019). <https://catalogo.iram.org.ar/#/normas/detalles/11004>
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2015). *Determinación de la biodegradabilidad aeróbica última de los materiales plásticos bajo condiciones controladas de compostaje. Método por análisis del dióxido de carbono producido. Parte 1 - Método general* (Estándar IRAM 29422-1:2015). <https://catalogo.iram.org.ar/#/normas/detalles/11479>
- American Society for Testing and Materials. (2019). *Standard Specification for Labeling of Plastics Designed to be Aerobically Composted in Municipal or Industrial Facilities* (Estándar ASTM D6400 - 19). <https://www.astm.org/Standards/D6400.htm>



- European Committee for Standardization. (2000). *Packaging - Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation – Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging* (Estándar EN 13432:2000/AC:2005).
https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:110:0:::FSP_PROJECT,FSP_ORG_ID:24478,6242&cs=10986111F64A7D0F592A3D46A276AB0CA
- International Organization for Standardization. (2021). *Plastics — Organic recycling — Specifications for compostable plastics* (Estándar ISO 17088:2021).
<https://www.iso.org/standard/74994.html>
- Rawal, A., & Mukhopadhyay, S. (2014). Melt spinning of synthetic polymeric filaments. En Zhang, D. (Ed.), *Advances in Filament Yarn Spinning of Textiles and Polymers* (pp. 75-99). Woodhead Publishing.
<https://doi.org/10.1533/9780857099174.2.75>
- European Bioplastics. (2020). *Applications for bioplastics*. <https://www.european-bioplastics.org/market/applications-sectors/>
- European Bioplastics. (2020) *Bioplastic materials*. <https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/materials/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2021). *INDEC - COMEX Argentina* [Base de datos]. <https://comex.indec.gob.ar>
- Forbes. (2005, 28 de marzo). *Plastic Fantastic*. Forbes.
<https://www.forbes.com/forbes/2005/0328/108/?sh=78658b9a5ef4>
- Total Corbion. (2020, 23 de septiembre). *Total Corbion PLA announces the first world-scale PLA plant in Europe*. Total Corbion. <https://www.total-corbion.com/news/total-corbion-pla-announces-the-first-world-scale-pla-plant-in-europe/>
- BASF. (2021). *ecovio® – Certified Compostable Polymer With Bio-based Content*.
https://plastics-rubber.basf.com/global/en/performance_polymers/products/ecovio.html
- PlasticsToday. (2011, 1° de febrero). *BASF boosts biodegradable plastics output*.
<https://www.plasticstoday.com/basf-boosts-biodegradable-plastics-output>
- Statistisches Bundesamt. (2021). *Genesis*. Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat. <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>
- United States Census Bureau. (2021). *USA Trade Online*. United States Department of Commerce. <https://usatrade.census.gov>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020, 10 de junio). *El Ministerio de Ambiente y Parques Nacionales reducirán los plásticos de un solo uso*. Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/el-ministerio-de-ambiente-y-parques-nacionales-reduciran-los-plasticos-de-un-solo-uso-0>
- Ensinck, M. G. (2017, 1° de febrero). *Basural PET: en la Argentina se tiran 12 millones de botellas de plástico por día*. El Cronista.



<https://www.cronista.com/informacion-gral/Basural-PET-en-la-Argentina-se-tiran-12-millones-de-botellas-de-plastico-por-dia-20170201-0026.html>

Morão, A., & de Bie, F. (2019). Life Cycle Impact Assessment of Polylactic Acid (PLA) Produced from Sugarcane in Thailand. *Journal of Polymers and the Environment*, 27, 2523-2539. <https://doi.org/10.1007/s10924-019-01525-9>

Comelli, R. N., Kemerer, P., Benzozzo, M. T., Seluy, L. G., & Isla, M. A. (2016, 25 de julio). *Producción de ácido L(+)* láctico empleando efluentes industriales como *materia prima renovable* [presentación en conferencia]. The Fifth International Symposium on Environmental Biotechnology and Engineering, Buenos Aires, Argentina. <https://www.unsam.edu.ar/5isebe/>

Food and Drug Administration. (1984). *Lactic acid*, 21 Code of Federal Regulations § 184.1061. Office of the Federal Register (Estados Unidos).

Asahi Group. (2021). *Calpis*. <https://www.asahigroup-holdings.com/en/brand/calpis/>

Asahi Group. (2021). *Dear-Natura*. <https://www.asahigroup-holdings.com/en/brand/dearnatura/>

Schroeder, E. (2021, 21 de enero). *Corbion to expand lactic acid capacity in North America*. Food Business News. <https://www.foodbusinessnews.net/articles/17747-corbion-to-expand-lactic-acid-capacity-in-north-america>

Sanderson, K. (2011, 6 de enero). Chemistry: It's not easy being green. *Nature*, 469, 18-20. <https://www.nature.com/articles/469018a>. <https://doi.org/10.1038/469018a>

Downes, J., Borg, K., & Florin, N. (2021, 9 de marzo) 'Biodegradable' plastic will soon be banned in Australia - that's a big win for the environment. *The Conversation*. <https://phys.org/news/2021-03-biodegradable-plastic-australiathat-big-environment.html>

Gruber, P. R., Hall, E. S., Kolstad, J. J., Iwen, M. L., Benson, R. D., & Borchardt, R. L. (1995). Continuous Process for the Manufacture of Lactide and Lactide Polymers (WO 95/09879). World Intellectual Property Organization.

Morão, A., & de Bie, F. (2019). Life Cycle Impact Assessment of Polylactic Acid (PLA) Produced from Sugarcane in Thailand. *Journal of Polymers and the Environment*, 27, 2523-2539. <https://doi.org/10.1007/s10924-019-01525-9>

Dormer, A., Finn, D. P., Ward, P., & Cullen, J. (2013). Carbon footprint analysis in plastics manufacturing. *Journal of cleaner production*, 51, 133-141. doi: [10.1016/j.jclepro.2013.01.014](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.01.014)

Localización

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2012). Mapas temáticos Censo 2010 (GEOCENSO). <https://sig.indec.gov.ar/censo2010/>



Estrucplan Consultora S.A. (2015). Infraestructura del Parque Industrial La Cantábrica. <https://estrucplan.com.ar/infraestructura-6/>

Puertos, Vías Navegables y Marina Mercante. (2021). Euroamerica. Ministerio de Transporte. <https://www.argentina.gob.ar/puertos-vias-navegables-y-marina-mercante/informaci%C3%B3n-portuaria/euroamerica>

Puertos, Vías Navegables y Marina Mercante. (2021). Estadísticas de carga. Ministerio de Transporte. <https://www.argentina.gob.ar/puertos-vias-navegables-y-marina-mercante/estadisticas-de-carga>

Ingeniería

Sinclair, R. G., & Preston, J. (1990). Degradable Thermoplastics From Lactides. (WO 90/01521). World Intellectual Property Organization.

Groot, W., van Krieken, J., Sliemers, O., & de Vos, S. (2010). Production and Purification of Lactic Acid and Lactide. In R. Auras, L. Lim, S. E. M. Selke, & H. Tsuji (eds.), *Poly(lactic acid): Synthesis, Structures, Properties, Processing, and Applications* (pp. 10-13). Wiley.

Kolbakov, V., Nurk, A., & Simisker, J. (2009). Método de fabricación de polímeros biodegradables del ácido láctico (ES 2311024T3 ó WO 02/077252 A1). Oficina Española de Patentes y Marcas.

Safrit, B. T., Schlager, G. E., & Li, Z. (2013). Modelling and Simulation of Polymerization of Lactide to Polylactic Acid and Co-Polymers of Polylactic Acid Using High Viscosity Kneader Reader. LIST Technology AG.

Leenslag, J. W., & Pennings, A. J. (1987). Synthesis of high-molecular-weight poly(L-lactide) initiated with tin 2-ethylhexanoate. *Makomol. Chem.*, 188, 1809-1814. <https://doi.org/10.1002/macp.1987.021880804>

Sodergard, A., & Stolt, M. (2010). Industrial production of high molecular weight poly(lactic acid). In R. Auras, L. Lim, S. E. M. Selke, & H. Tsuji (eds.), *Poly(lactic acid): Synthesis, Structures, Properties, Processing, and Applications* (pp. 27-36). Wiley.

Loong-Tak L., Cink K and Vanyo T. (2010). Processing of poly(lactic acid). In R. Auras, L. Lim, S. E. M. Selke, & H. Tsuji (eds.), *Poly(lactic acid): Synthesis, Structures, Properties, Processing, and Applications* (pp. 191-213). Wiley.

Ren J. (2010). Synthesis and manufacture of PLA. In *Biodegradable poly (lactic acid). Synthesis, modification, processing and applications* (pp. 15-37). Springer and Tsinghua University Press.

Scott Fogler, H (2001). *Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas*. (tercera edición). Pearson education. (pp. 426-438).



Genereaux R. (1992). *Transporte y almacenamiento de fluidos*. In Perry (ed.), *Manual del Ingeniero Químico* (sc 6-114). McGraw Hill.

Spirax Sarco. (2020). Steam Distribution. <https://www.spiraxsarco.com/learn-about-steam/steam-distribution/introduction-to-steam-distribution>

Poder Ejecutivo Nacional. (1979). Decreto 351/1979.

Organización

Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. (2005). Convenio Colectivo de Trabajo N° 419/05.
https://www.trabajo.gba.gov.ar/delegaciones/biblioteca_deles/CCT%20419-2005.pdf

UOYEP. (2021). Escala Salarial.
<https://www.uoyepweb.org.ar/escala-salarial/>

Costos

Agua y Saneamientos Argentinos. (2021). Conocé tu factura.
<https://aysa.com.ar/usuarios/Conoce-tu-factura>

Servicios Energéticos del Chaco Empresa del Estado Provincial (SECHEEP). (2021). Cuadro tarifario. <https://www.secheep.gob.ar/wp-content/uploads/2021/07/cuadro-tarifario-mayo-2021.pdf>

Ordenanza impositiva 2020 N°13294.
<https://resistencia.gob.ar/img/2020/09/ord-impositiva-13294.pdf>

Garcia Garrido. (2003). Organización y Gestión Integral de Mantenimiento. Ed. Diaz de Santos.



ANEXOS



ANEXO FOLLETERÍA

Ácido Poliláctico

Polylactic acid biodegradable pla plastic resin

2 buyers

FOB **Reference** Price: [Get Latest Price](#)

1 - 9 Kilograms	>=10 Kilograms
\$3.20	\$3.00

Samples: \$3.85/Kilogram | 1 Kilogram (Min. Order) | [Buy Samples](#)

Lead Time ↓:

Quantity(Kilograms)	1 - 2000	>2000
Est. Time(days)	15	To be negotiated

Customization: Customized packaging(Min. Order: 500 Kilograms)

[Alibaba.com Freight](#) | [Compare Rates](#) | [Learn more](#)

Obtenido de: <https://archive.ph/pmdWw>

Ácido Láctico

Ácido láctico 80%

Precio de **referencia** FOB : [Obtenga el último precio](#)

\$ 0.88 - \$ 1.20 / Kilogramo | 1 kilogramo / kilogramos (pedido mínimo)

Beneficios:  Cupones de US \$ 3,000 [Aplicar ahora](#)>

Muestras : \$ 1.20 / Kilogramo | 1 kilogramo (pedido mínimo) | [Comprar muestras](#)

Personalización: Logotipo personalizado (Pedido mínimo: 1000 Kilogramos)

Embalaje personalizado (Pedido mínimo: 1000 Kilogramos)

Transporte: Soporte Express · Flete marítimo · Flete terrestre · Flete aéreo

[Carga de Alibaba.com](#) | [Comparar tarifas](#) | [Aprende más](#)



Obtenido de: https://www.alibaba.com/product-detail/Lactic-Acid-80-210717869.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.616f68a0aUaEDJ&sp

Octoato de Estaño

Estaño catalizador T9 estannoso Octoate para PU química

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

5,00 US\$ - 12,00 US\$ / Kilogramo | 200 Kilogramo/Kilogramos(Pedido mínimo)

Beneficios



Cupones de 3.000 USD Aplicar ahora >

Lead Time[?]:

Cantidad(Kilogramos)	1 - 100	>100
Hora del Est.(días)	20	Se negociará

Personalizacion: packing(Min. Order: 100 Kilogramos)

[Compare Rates](#) | [Learn more](#)

Obtenido de: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/tin-catalyst-t9-stannous-octoate-for-chemical-60512482781.html?spm=a2700.8699010.29.1.72f04adcvvBhxY>

Fuel Oil

Obtenido de:

https://portalweb.cammesa.com/memnet1/revistas/estacional/precios_de_combustibles.html

Agua Potable

Usuarios No Residenciales	Servicio	Precio 1 m ³
	Agua	\$ 25,5822
	Agua y Cloaca	\$ 51,1643

Obtenido de: <https://www.aysa.com.ar/usuarios/Conoce-tu-factura>

Energía Eléctrica

INDUSTRIALES	Cargo Fijo	\$-mes	221.3873
<50KW-Particulares.y Oficiales.	Primeros 1000 kwh	\$/KWh	4.5872
	Stes 1000 kwh	\$/KWh	4.5872
	Excedente de 2000 KWh	\$/KWh	4.7048

Obtenido de Resolución N°. 1589-21 Anexo I Secheep

Telefonía Celular e Internet

Elegí el mejor plan para vos

Portabilidad Con línea nueva

Plan 1 GB	Plan 3 GB	Plan 5 GB
\$1.250 final por mes	\$1.150 final por mes Precio de lista \$1-660	\$1.250 final por mes Precio de lista \$2-260
WhatsApp Gratis	WhatsApp Gratis	WhatsApp Gratis
1 GB cuota de datos incluida	3 GB cuota de datos incluida	5 GB cuota de datos incluida
Llamadas ilimitadas a Personal	Llamadas ilimitadas a cualquier compañía	Llamadas ilimitadas a cualquier compañía
Roaming	Roaming	Roaming
Ver más ^	Ver más ^	Ver más ^
<input data-bbox="469 898 604 927" type="button" value="¡Lo quiero!"/>	<input data-bbox="729 909 865 938" type="button" value="¡Lo quiero!"/>	<input data-bbox="991 909 1126 938" type="button" value="¡Lo quiero!"/>

Obtenido de: <https://www.personal.com.ar/planes-packs>

Claro internetwifí

Internet de Alta Velocidad
por Fibra Óptica

Contratá hoy 50MB por \$1199

Obtenido de: <https://promos-claroar.com/resistencia/>

Caños de Acero

	CAÑOS REDONDOS A-312 CAÑO REDONDO CON COSTURA MATE 168.30 3.40 304L SCH10S A312 SKU: 305944 ✓ Comprá cortes a medida ingresando al producto	USD 1.383,96 / Tira de 6 Metros USD 230,66 / m 6 Mtr ^ <input data-bbox="1214 1675 1339 1727" type="button" value="Agregar"/>
	CAÑOS REDONDOS A-312 CAÑO REDONDO CON COSTURA MATE 219.10 3.75 304L SCH10S A312 SKU: 305954 ✓ Comprá cortes a medida ingresando al producto	USD 1.992,06 / Tira de 6 Metros USD 332,01 / m 6 Mtr ^ <input data-bbox="1214 1823 1339 1874" type="button" value="Agregar"/>

Obtenido de: [https://www.famiq.com.ar/producto/?sub-familia\[\]=canos-redondos-a-312](https://www.famiq.com.ar/producto/?sub-familia[]=canos-redondos-a-312)

Bombas Cinéticas y de Desplazamiento Positivo

Obtenido de: <https://www.grainger.com/content/general-catalog>

Bombas de Vacío

Modelo/Model Vácuo/Vacuum	D1	D2	D3	D4	Nº de Furos Bolt Holes	a	b	c	d	e	f	Øg	h	i	l	m	n	o	p	Øq	r	s	t	Peso weight in Kg	R
BLA-200/160-60	1.1/2"	98.4	127	5/8"	4	670	123	355	192	437	473	16	176	30	60	220	280	159	133	27(6)	5/16"	95	180	120	1"
BLA-230/120	2"	120.6	152.4	3/4"	4	677	132	335	210	415	465	18	210	39.5	70	250	320	186	145	36(8)	3/8"	122	230	145	1.1/4"
BLA-230/160	2"	120.6	152.4	3/4"	4	737	132	395	210	475	525	16	210	39.5	70	250	320	186	145	36(8)	3/8"	122	230	160	1.1/4"
BLA-230/200	2"	120.6	152.4	3/4"	4	777	132	435	210	515	565	16	210	39.5	70	250	320	186	145	36(8)	3/8"	122	230	175	1.1/4"
BLA-250/160-80	3"	152.4	190.5	-	4	805	121	438	246	502	568	18	250	52	110	320	400	225	182	48(6)	9/16"	176	300	255	1.1/2"
BLA-250/240-120	3"	152.4	190.5	-	4	925	121	558	246	622	688	18	250	52	110	320	400	225	182	48(6)	9/16"	176	300	305	1.1/2"

DADOS CARACTERÍSTICOS

Vazão efetivamente aspirada (ar rarefeito) em m³/h e potência absorvida ao eixo da bomba. Vácuo expresso em mmHg com água a 15°C como líquido de selagem. Com pressão barométrica de 760 mmHg. Líquido de selagem com peso específico igual a 1.

PERFORMANCE DATA

Capacity is in cubic meters of rarefied air at inlet pressure. Vacuum is expressed in millimeters Hg using 15°C (59°F) water as service liquid. HP is the power absorbed at the pump shaft. Service liquid with a specific gravity of 1.

Tipo Type	RPM RPM	Diámetro dos bocals Nozzles Diameters	Vácuo em mm de Hg/Vacuum in mm Hg														Consumo de água (p/vácuo max.) m³/h Water Consumption (at max. vacuum in m³/h)
			500		600		680		700		720		730		735		
			m³/h	BHP	m³/h	BHP	m³/h	BHP	m³/h	BHP	m³/h	BHP	m³/h	BHP	m³/h	BHP	
BLA-200/160-60	1750	1.1/2"	170	8	194	8,0	220	7,6	218	7,4	190	7,2	164	7,1	146	7,0	0,4
	1450		-	-	146	6,0	179	5,8	176	5,8	150	5,6	126	5,5	110	5,4	
BLA-230/120	1750	2"	292	15,2	338	14,0	330	13,6	310	13,2	265	13,0	230	12,8	210	12,8	1,5
	1450		268	9,9	284	9,9	272	19,2	252	9,4	212	9,2	182	9,0	-	-	
BLA-230/160	1750	2"	364	16,7	420	16,4	420	14,8	396	14,4	330	14,2	280	14,1	220	14,0	1,7
	1450		312,5	12	340	12	340	10,8	320	10,4	265	10,4	230	10	200	10	
BLA-230/200	1750	2"	408	18,3	530	19,0	525	18,0	485	17,6	392	17,5	315	17,4	270	17,0	2,1
	1450		385	14,4	420	14	405	13,0	385	12,8	325	12	260	12	210	12	
BLA-250/160-80	1750	3"	610	28	630	27	600	27	570	26,5	490	26,2	438	26,0	-	-	4,8
	1450		500	20,4	535	20,4	510	20	475	20	400	19,6	330	19,6	-	-	
BLA-250/240-120	1750	3"	900	40	960	38,5	900	36	840	35,5	630	34,5	450	34	-	-	9,0
	1450		-	-	780	32	740	32	690	32	530	31,5	410	31	-	-	

Prever um incremento de potência no motor de 10 - 15% a mais do que a absorvida.
Motor HP should be 10 - 15% above indicated BHP

Obtenido de : <https://www.omel.com.br/nossos-produtos/bombas-de-vacuio/duplo-estagio/bomba-vacuio-anel-liquido-duplo-estagio-alto-vacuio-serie-bla/>

Motor Eléctrico



GR3-AL-TF-90LB35-2-B-D-3, 3 HP, 2.2 kW, 208-230/460V, 2P (3600 RPM), TEFC, Rigid Base B5 Flange, Cast Aluminum, 90L Frame, TECHTOP Premium Efficiency Metric IEC Electric Motor

\$798.00

Standard Features:

- IP 55 Rated Ingress Protection
- Inverter Rated-15:1 Constant Torque (MG1 Part 31)
- Double Lip Bearing Seal on DE & ODE
- VPI Lap Wound Stator with Tropicalization
- Dual Oversized Bearing on DE & ODE
- Multi-mount Removable Feet
- Corrosion Resistant Hardware
- Rubber Slinger Protection on Drive End
- Conduit Box is 90° Rotatable
- Zerk Regreasable Bearings 160 Frame & Larger
- F1, F2, F3 Field Convertible
- Class H Insulated Stator with Class F Leads
- Terminal Blocks between Conduit Box & Body
- Increase & Decrease Flanges Available
- One-Way Brass Condensation Drain on DE & ODE
- Class 1, Division 2, Groups A, B, C & D Compliant
- 36 Month Warranty

Obtenido de: <https://www.temasysinc.com/product/gr3-al-tf-90lb35-2-b-d-3-3-hp-2-2-kw-208-230-460v-2p-3600-rpm-tefc-rigid-base-b5-flange-cast-aluminum-90l-frame-techtop-premium-efficiency-metric-iec-electric-motor/>

Utilitarios de Oficina



Nuevo

**Silla De Oficina Sillon
Ejecutivo Escritorio Genova
Negra**

\$ 11.190

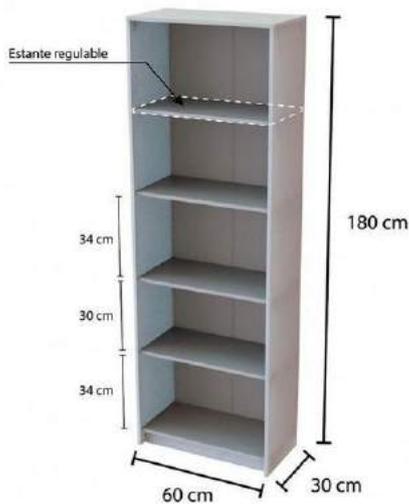
en 12x \$ 1.586⁸⁴

[Ver los medios de pago](#)

Publicación pausada

Obtenido de: https://www.tecnofast.com.ar/MLA-828427232-silla-de-oficina-sillon-ejecutivo-escritorio-genova-negra-_JM

HOME - PRODUCTOS - OFICINA - BIBLIOTECA EVO 8001



OFICINA

Imágenes
EVOLUTION

BIBLIOTECA EVO 8001

Código: 8001

Organizá tus libros, apuntes, revistas, usalo de repisa para tus porta retratos o hasta de vajillero. En el living, en tu cuarto, junto a tu escritorio o en cualquier rincón de tu casa.

COLORES



MATERIALIDAD

Nuestros productos están desarrollados a partir de placas de aglomerado melaminizado proveniente de árboles de reforestación. La melamina brinda una gran protección contra el deterioro, evita ralladuras, la abrasión y prolonga la vida útil de nuestros productos.

PRESENTACIÓN

Nuestros productos se entregan desarmados en cajas de cartón compacto.

Obtenido de:

<https://www.centroestant.com.ar/productos/oficina/biblioteca-evo-8001>

Caldera



Water Tube 4 - 10 ton , 10 - 25 ton Coal Bagasse Fired Steam Boiler For Sugar Industry

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

\$9,000.00 - \$150,000.00 / Set | 1 Set/Sets(Min. Order)

Model Number:

Lead Time [?] :	Quantity(Sets)	1 - 1	>1
	Est. Time(days)	20	To be negotiated

Customization: Customized logo(Min. Order: 1 Sets)
Customized packaging(Min. Order: 1 Sets)
More

Shipping: Support Sea freight

Precio estimado: USD 9478

Destilador

Toption de destilación al vacío de aceite usado de Reciclaje de Residuos Industriales de refinación de petróleo equipo

16.000,00 US\$ / Set 1 Set(Pedido mínimo)

Beneficios  Cupones de 3.000 USD [Aplicar ahora >](#)

Uso:

Número de Mod... MDS-6A US\$ 16.000,00 1

Obtenido de: https://spanish.alibaba.com/product-detail/toption-vacuum-distillation-used-oil-recycling-industrial-waste-oil-refining-equipment-60773739394.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_title.2e2e1351LTzQmJ

Extrusor y Cortadora



Usado

Extrusora De Plastico Tornillo 120mm

\$ 26.000

en 12x \$ 3.687⁰²

[Ver los medios de pago](#)

 Envío a todo el país

Conocé los tiempos y las formas de envío.

[Calcular cuándo llega](#)

Obtenido de: https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-835089326-extrusora-de-plastico-tornillo-120mm-JM#position=16&search_layout=stack&type=item&tracking_id=a24e5f0d-eb60-4b7d-aada-004dd9909aaa

Secadero

Sullair Capabilities

Sullair Leadership
Since 1965, Sullair has been recognized around the world as an innovator and a leader in rotary screw compression and vacuum technology. For more than 40 years, Sullair has designed and manufactured its own rotors and air end assemblies at the corporate headquarters in Michigan City, Indiana.

The award-winning rotary screw design sets the industry standards and delivers the quality and reliability one expects from a leader.



Sullair Technology
Utilizing the most modern technologies, equipment and advanced manufacturing techniques, Sullair designs, manufactures, assembles, and tests the most innovative compressed air and vacuum products in the industry. Sullair products are known around the world for their universally applicable design, outstanding craftsmanship and superior quality.

Sullair's Statistical Process Control
Sullair's Statistical Process Control (SPC) system monitors rotor quality standards to assure consistent compressor and vacuum performance.

Sullair's Commitment to Innovation
Underlying Sullair's leadership is a dedication to excellence and a commitment to innovation. Sullair is constantly exploring new ideas and seeking new ways to meet industry's need for increasingly energy efficient compressed air and vacuum solutions.

The Importance of Clean, Dry Compressed Air

How much water is too much? Any amount of water is too much.
Water jeopardizes everything you want your compressed air system to do: it ruins product and fouls processes.

- Relative humidity is the amount of water vapor in air relative to what it could hold at a given temperature.
- Moisture in compressed air remains in a vapor state through the compression cycle, so it is not a problem until it leaves the compressor.
- Air discharged from a compressor is approximately 150°F to 450°F.
- At 75°F and 75% relative humidity, a 75 hp compressor takes in 45 gallons of water vapor in 24 hours. When this air is cooled to approximately 35°F at 100 psig, the water vapor condenses into 46 gallons of liquid!



Liquid remaining after the aftercooler: 14.7 gallons (32%)

Liquid remaining after a desiccant dryer: 1.4 gallon (3.3%)

The Sullair Stationary Air Power System



This System includes:

- rotary screw compressor
- wet storage
- desiccant dryer
- filters to meet your requirement
- dry storage
- flow controller
- drains
- oil/water separator
- etherwell-based eConnect™ to monitor and control the entire system

Desiccant Regenerative Dryers

Sullair offers these configurations of desiccant regenerative dryers:

- DMD – Desiccant Modular Dryer
3 to 240 scfm
- DHL – Desiccant Heatless Dryer
80 to 5,000 scfm
- DEX – Desiccant Externally Heated Dryer
200 to 3,500 scfm
- DBP – Desiccant Blower Purge Dryer
500 to 10,000 scfm

Desiccant Dryer Features
The Sullair desiccant regenerative dryer family is ideal for outdoor compressed air piping and operations that require an extremely low dew point to -40°F (-4°F or -100°F optional).

By combining the proven benefits of desiccant drying with the most advanced designs, Sullair offers a reliable system to clean and dry compressed air for the most critical applications.



Obtenido de: <https://pdf.directindustry.com/pdf/sullair/desiccant-regenerative-dryers/5769-587324-8.html>

Separador

Vacuum evaporators
Industrial evaporators for waste water or process solutions, water recycling, concentration of liquid waste and recovery of raw materials.

Vacuum evaporators allow treating **industrial waste water** by separating the aqueous phase from process pollutants simply bringing the starting solution to the boil and condensing the generated steam as **distilled water**. They are used to treat waste solutions and recover the contained water, reducing the quantity of waste to dispose of.

Distillation takes place in a boiler kept under vacuum to bring the solution to the boil point at a temperature of **35-38 °C**. The distillate that is obtained has similar characteristics to demineralized water and can therefore be reused in the production process. Vacuum evaporators allow **recovering as distillate about 90-95% of the treated waste water**.

SAITA produces vacuum evaporators starting from the analysis of the waste water you wish to concentrate. The standard models of evaporators are in fact customised according to the different solutions to be treated and at the operating conditions requested by the customer.

Management is simple and requires no particular intervention by dedicated staff. All SAITA systems are fully automatic for H24 operation. Times and operating modes can be selected from the touch-screen operator's panel.

On request availability for **remote control** via Ethernet

[download evaporators EV series](#)
[download evaporators CVD series](#)

For INFO



[See the gallery](#)

[Request info](#)

Obtenido de: <https://www.saitaimpianti.com/en/vacuum-evaporators-industrial-waste-water-treatment/>

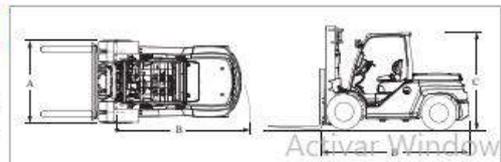
Autoelevador

MAIN SPECIFICATIONS

Model		8FG35N 8FD35N	8FG40N 8FD40N	8FG45N 8FD45N	8FG50N 8FD50N	8FD60N	8FD70N	8FD80N
Engine Model	Gasoline	1FS	1FS	1FS	1FS	-	-	-
	Diesel	14Z-II	14Z-II	14Z-II	14Z-II	14Z-I	14Z-I	14Z-I
Load Capacity	kg	3,500	4,000	4,500	5,000	6,000	7,000	8,000
Load Center	mm	600	600	600	600	600	600	600
Overall Width	A mm	1,350	1,350	1,450	1,450	1,965	1,965	1,965
Turning Radius(outside)	B mm	2,610	2,660	2,750	2,810	3,230	3,280	3,320
Overhead Guard Height	C mm	2,210	2,210	2,300	2,300	2,310	2,310	2,310
Length to Fork Face	D mm	2,925	2,980	3,110	3,170	3,490	3,545	3,590

ENGINE SPECIFICATIONS

Model		TOYOTA 1FS Gasoline	TOYOTA 14Z-II Diesel	
Displacement	cc	3,685	5,204	
Rated Power/r.p.m.	kW	65/2,350	3.5-5ton models	
			56/2,100	66/2,400
Rated Torque/r.p.m.	N-m	276/1,600	269/1,600	325/1,000



Obtenido de: <https://www.toyota-industries.com.ar/Especificaciones/Catalogo-Comercial-Autoelevador-Toyota-8FGD-3580.pdf>

Intercambiador de Calor

Obtenido de: http://www.aesa.com.ar/fabricacion_intercambiadores_de_calor.html

Reactores

REACTORES								
CONFIGURACION								
Modelos	Potencia	RPM	A	B	C	D	Peso	
MODELO RT	RT-10	0.5	300	300	650	500	1000	72 Kg
	RT-50	0.5	300	450	750	500	1300	95 Kg
	RT-100	2	250	700	900	500	1500	135 Kg
	RT-250	3	200	850	1300	500	1700	250 Kg
	RT-500	5.5	150	1000	2000	500	2550	610 Kg
	E-E	E-E	E-E	E-E	E-E	E-E	E-E	E-E

ACLARACIONES

- Presión/Vacío: Según a modificaciones según tipo de producto
- A: Diámetro de cilindro
- B: Altura de cilindro
- C: Altura al fondo de descarga
- D: Altura total
- E-E: Equipos especiales, solicitar cotización
- MEDIDAS SUJETA A MODIFICACIONES

OPCIONES

- Material: AISI 304/ 316
- Tapas Fijas/ Rotas/ Elevadas
- Sistema de calefacción automática
- Agitación Vertical/ Homogeneizadora/ Emulsionadora
- Entregamos: Soletas mecánicas/ Juntas
- Tablero electrónico/ PLC
- Impulsiones: Ancla/ Palaneta/ Rotores

DIAGRAMA

Sentido de giro: Horario
Impulsor: Rotor/ Ancla
Sentido: Derecho
Flujo: Axial/ Radial

Obtenido de: <https://myv-mixing.com.ar/wp-content/uploads/2018/12/Reactor-1-1024x662.jpg>

Torre de Enfriamiento

Nuevo

Torre De Enfriamiento T-220

\$ 208.824

en 12x \$ 29.612⁹⁹

[Ver los medios de pago](#)

Entrega a acordar con el vendedor

Don Torcuato, Buenos Aires

[Ver costos de envío](#)

Obtenido de: https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-1110701891-torre-de-enfriamiento-t-220-JM#position=3&search_layout=stack&type=item&tracking_id=b4b14930-93ba-4eab-b1ac-0da9eb6db170

Tanque SBR

Características del sistema SBR.

Criterio	Reactor Secuencial (SBR)
Materiales de construcción	Hormigón, PRFV, Chapa
Caudales	1 m ³ /día a 1500 m ³ /día y más
Aplicaciones	Todo tipo
Operación	Totalmente automatizable
Instalación	Rápida y sencilla
Tipo de efluentes	Cloacales, Industriales y mixtos
Modulares	Se pueden agregar módulos en paralelo según necesidad.

Obtenido de:

<https://www.aeration.com.ar/contenido/plantas/archivos/13.pdf>

Compresor

Lusqtoff

Compresor de aire LC 30150

Lusqtoff 150lts

F MARKET Producto de nuestra red de proveedores

Vendido por **Decohogar**

~~\$ 168.788~~ **14% OFF**

\$ 143.470

Obtenido de: https://www.fravega.com/p/compresor-de-aire-lc-30150-lusqtoff-150lts-10012210/?gclid=CjwKCAiA78aNBhAlEiwA7B76pwwC9ERJ7lOj1UnwayjX5gtScUhmLrZ7szF3H-SMqslaypUsGMwINRoCIDkQAvD_BwE&gclid=aw.ds



Tanques

Especificaciones

El tanque de 2,000 litros horizontal Rotoplas hecho de polietileno de alta densidad es ideal para el almacenamiento y transporte de diversas sustancias.

Material:

Polietileno de alta densidad.

Medidas:

Volumen (lts)	Alto "A" (cm)	Diametho "B" (cm)	Tapa "C" (cm)	Placa "D" (cm)
2000 L	180	140	125	46

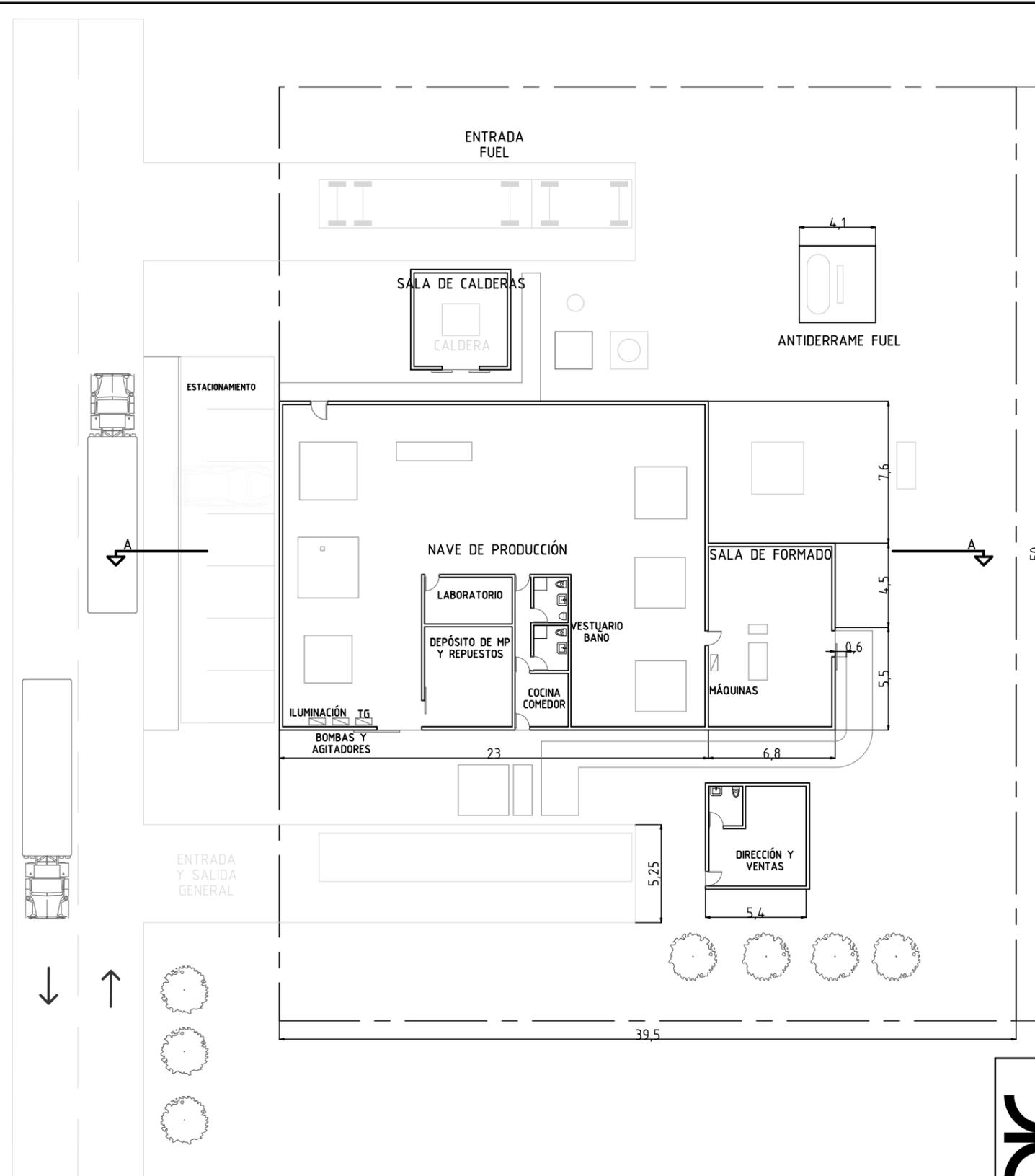
Color:

Negro

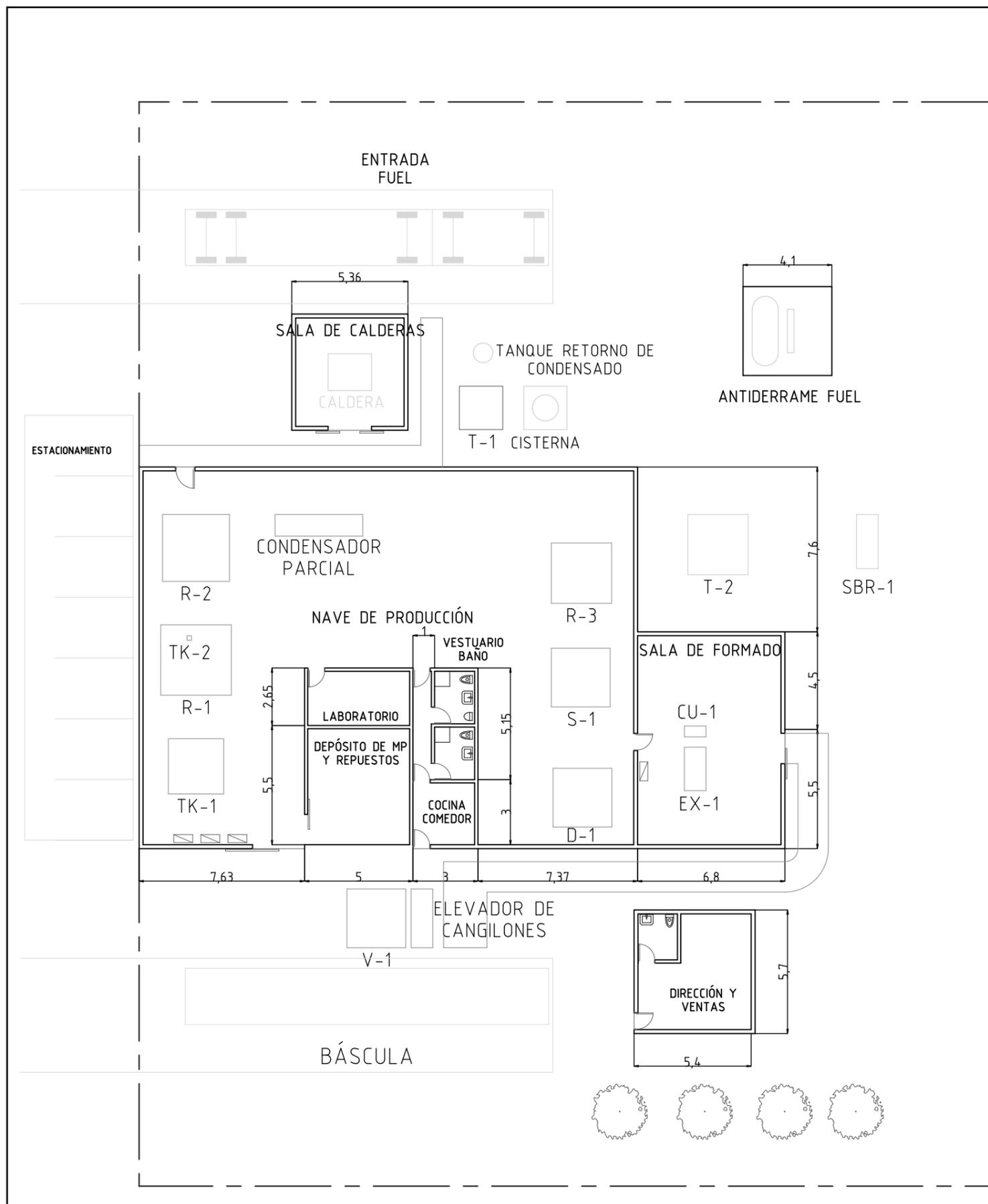
Obtenido de: <https://rotoplas.com.ar/agroindustria/producto/tanques-para-exterior/#tanques-horizontal-2000>



ANEXO LÁMINAS



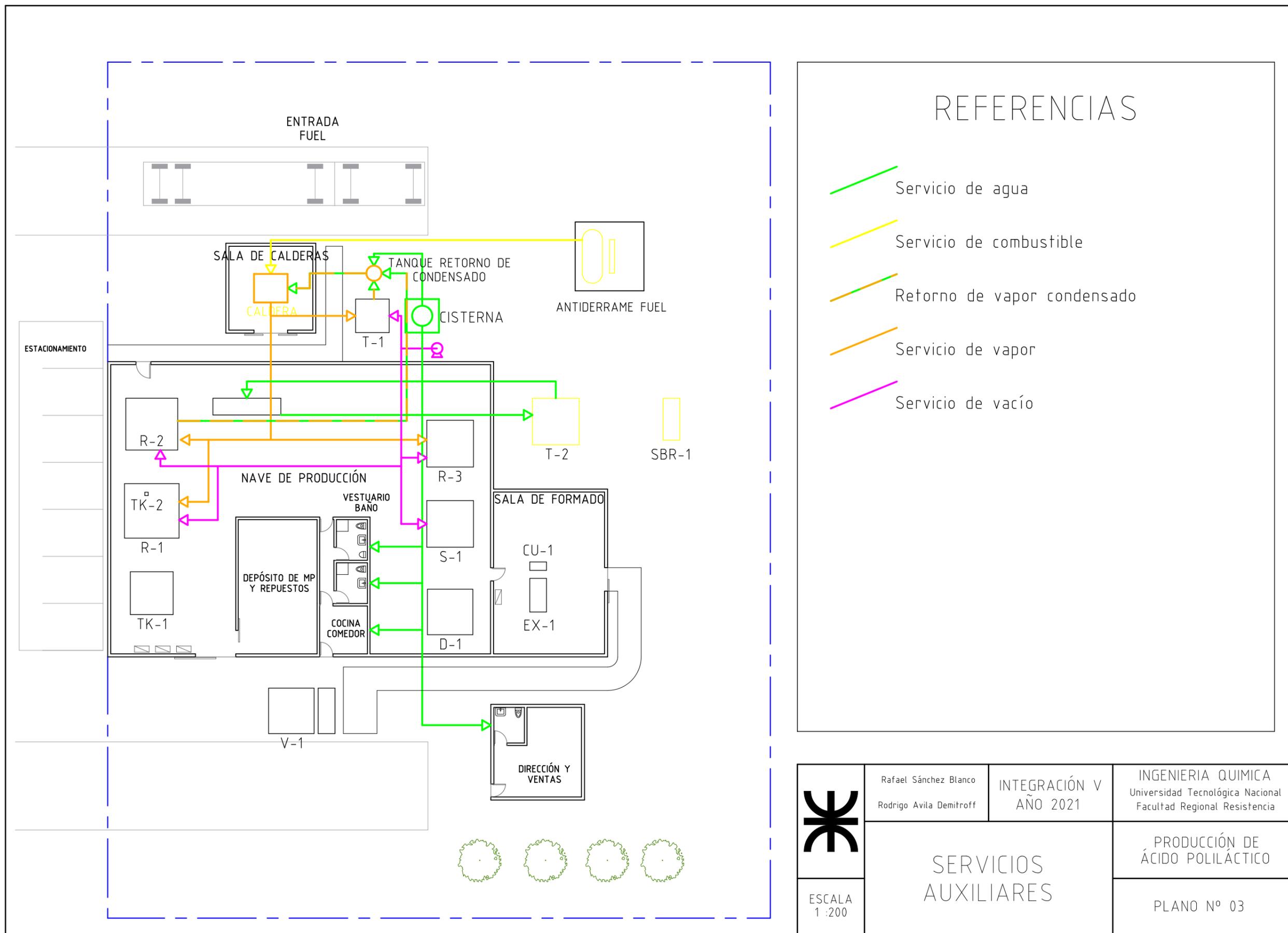
	Rafael Sánchez Blanco Rodrigo Avila Demitroff	INTEGRACIÓN V AÑO 2021	INGENIERIA QUIMICA Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Resistencia
	<h1>PLANIMETRÍA GENERAL</h1>		PRODUCCIÓN DE ÁCIDO POLILÁCTICO
ESCALA 1 :250			PLANO Nº 01



REFERENCIAS

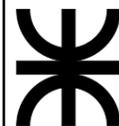
- CU-1: Cortadora
- D-1: Secadero de lecho regenerativo
- EX-1: Extrusora de operación en seco
- R-1: Reactor de prepolimerización
- R-2: Reactor de síntesis de lactida
- R-3: Reactor de síntesis de ácido poliláctico
- S-1: Desvolatilizador
- SBR-1: Reactor biológico secuencial
- T-1: Columna de destilación
- T-2: Torre de enfriamiento tiro inducido
- TK-1: Tanque de almacenamiento de ácido láctico
- TK-2: Tanque de almacenamiento de octoato de estaño
- V-1: Tanque de almacenamiento de producto

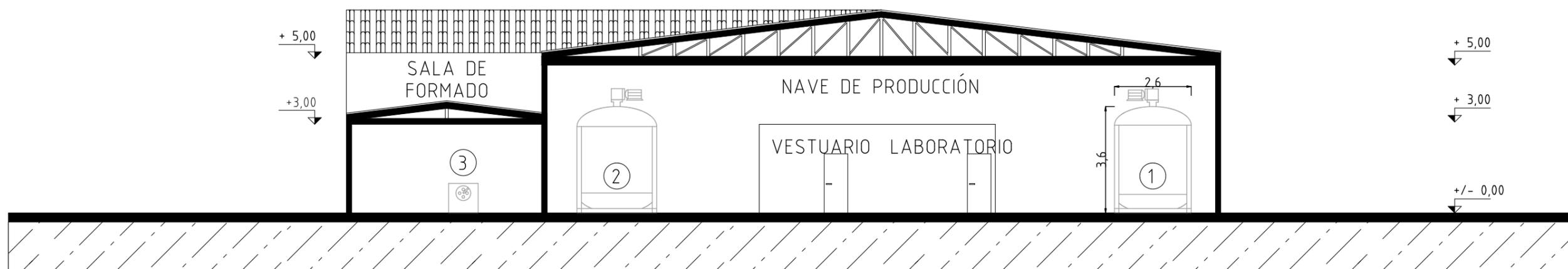
	Rafael Sánchez Blanco Rodrigo Avila Demitroff	INTEGRACIÓN V AÑO 2021	INGENIERIA QUIMICA Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Resistencia
	<h3>DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS</h3>		PRODUCCIÓN DE ÁCIDO POLILÁCTICO
ESCALA 1 :200			PLANO Nº 02



REFERENCIAS

- Servicio de agua
- Servicio de combustible
- Retorno de vapor condensado
- Servicio de vapor
- Servicio de vacío

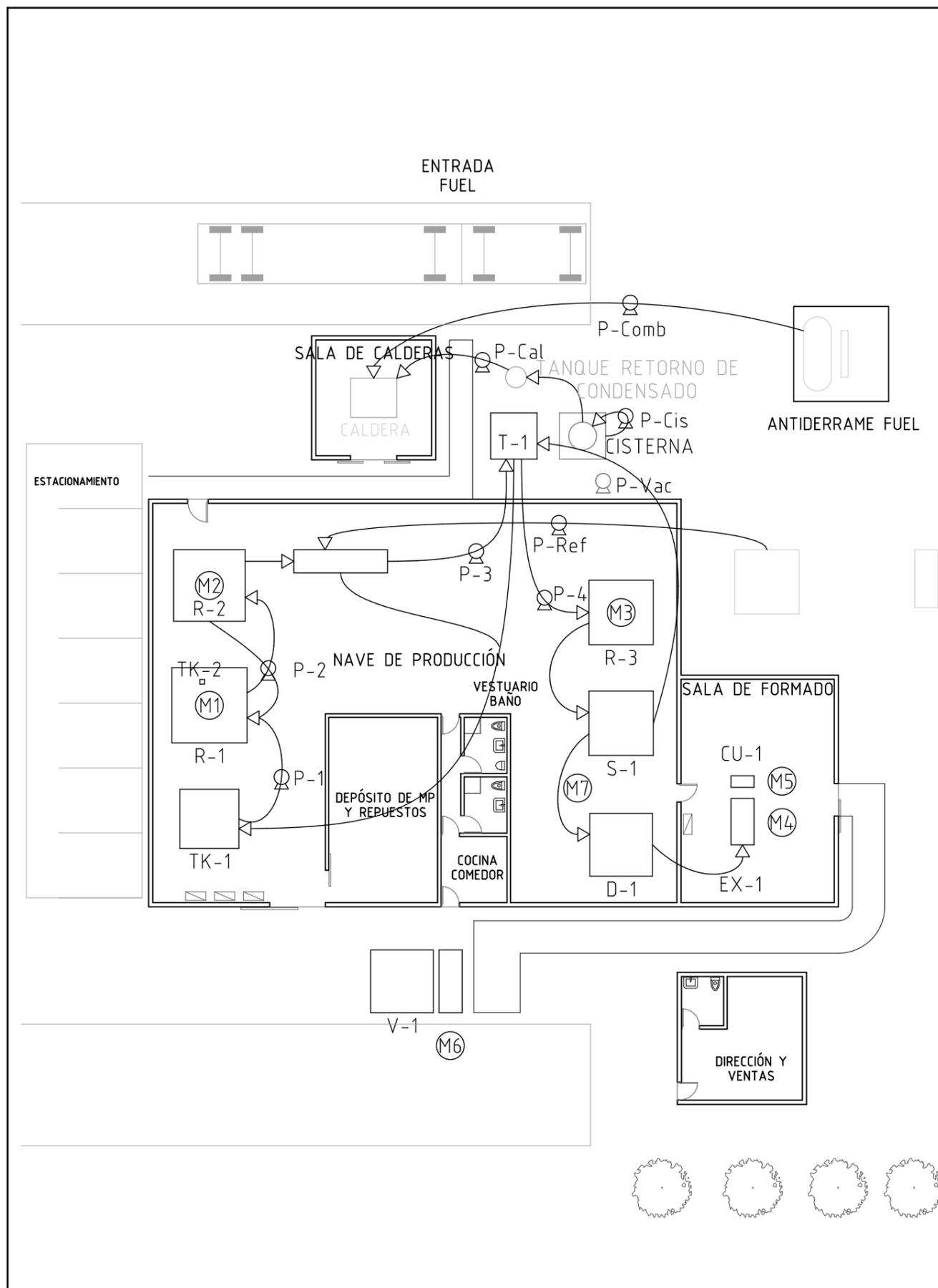
	Rafael Sánchez Blanco Rodrigo Avila Demitroff	INTEGRACIÓN V AÑO 2021	INGENIERIA QUIMICA Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Resistencia
	SERVICIOS AUXILIARES		PRODUCCIÓN DE ÁCIDO POLILÁCTICO
ESCALA 1 :200			PLANO Nº 03



REFERENCIAS

- ① R-1
- ② R-3
- ③ CU-1

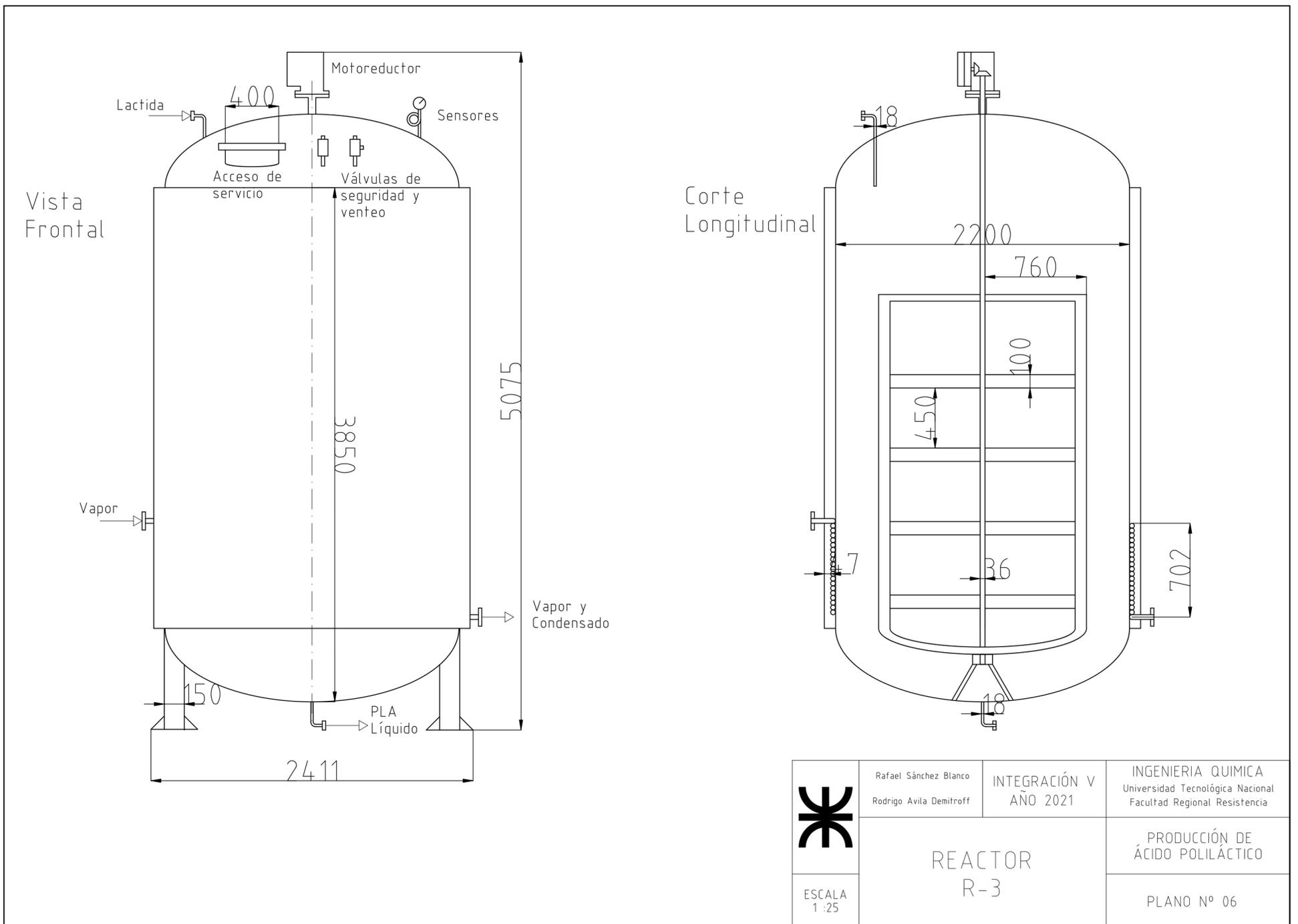
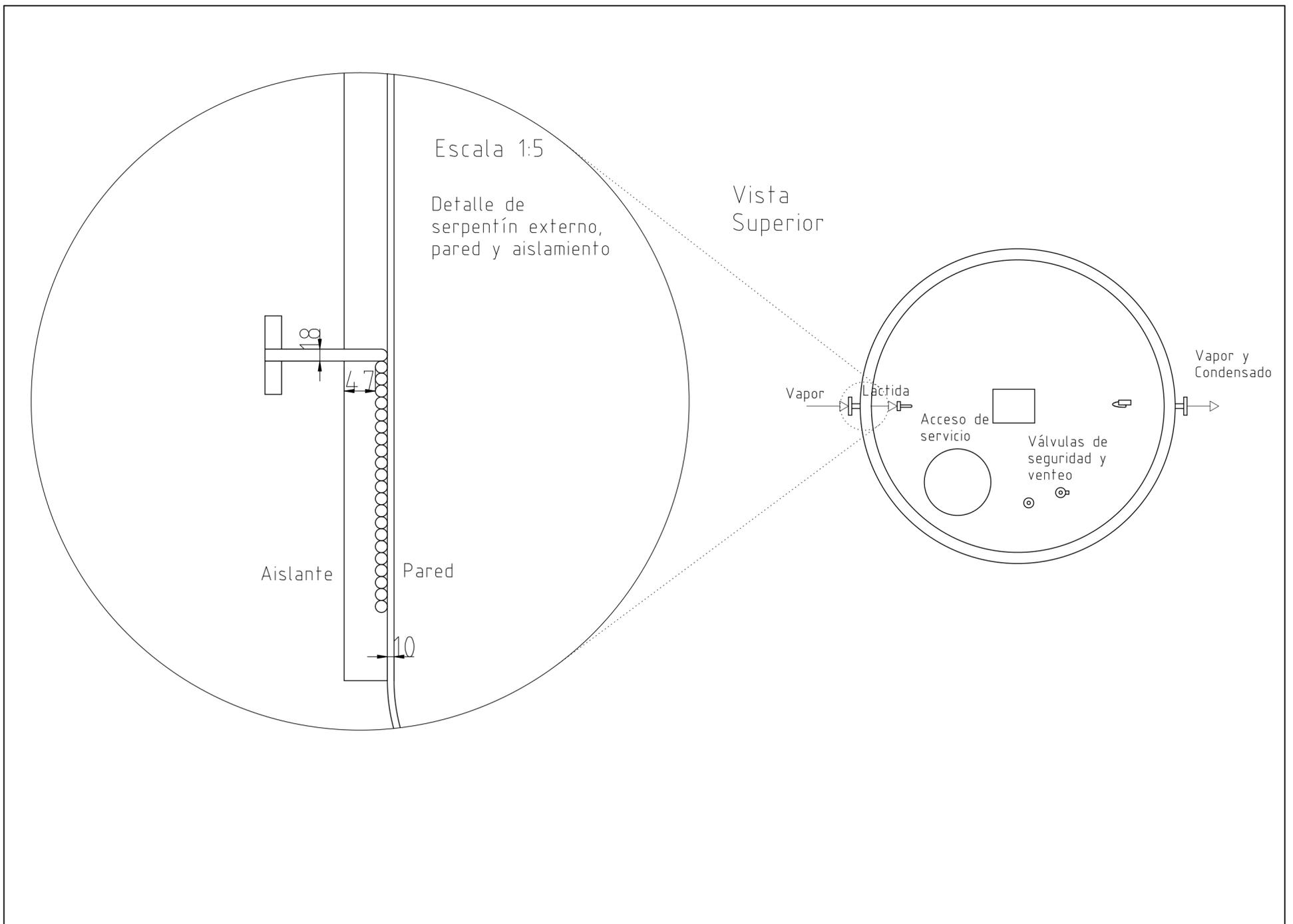
	Rafael Sánchez Blanco Rodrigo Avila Demitroff	INTEGRACIÓN V AÑO 2021	INGENIERIA QUIMICA Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Resistencia
	ESCALA 1 :150		CORTE LONGITUDINAL A-A
			PLANO Nº 04



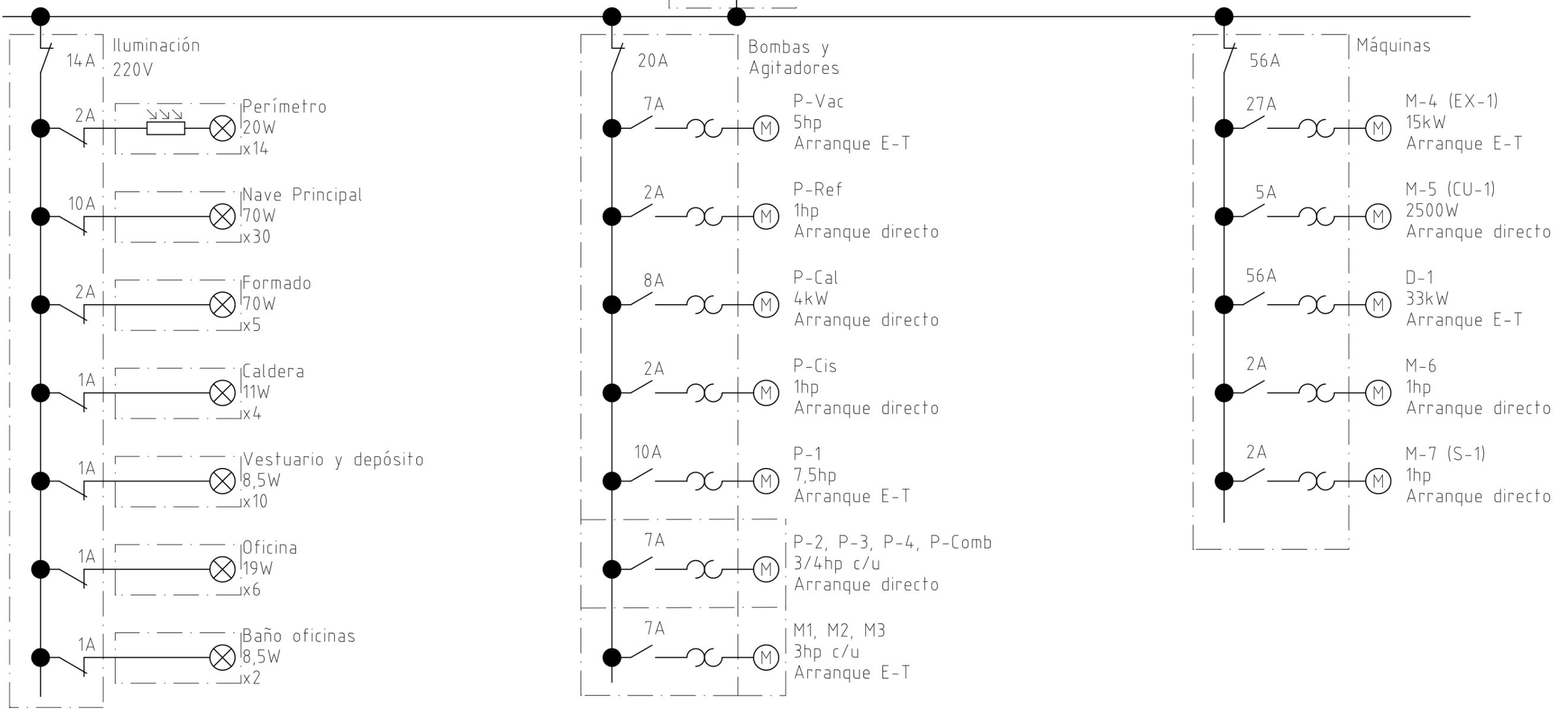
REFERENCIAS

M1	Motor de agitador
M2	Motor de agitador
M3	Motor de agitador
M4	Motor de tornillo extrusor
M5	Motor de cuchilla
M6	Elevador de cangilones
M7	Motor de tornillo de transporte
P-1	Bomba de ác. láctico
P-2	Bomba de prepolímero
P-3	Bomba de lactida
P-4	Bomba de lactida purificada
P-Cal	Bomba de agua de caldera
P-Cis	Bomba elevadora de agua
P-Comb	Bomba de fuel-oil
P-Ref	Bomba de alimentación de agua de enfriamiento
P-Vac	Bomba de vacío de anillos

	Rafael Sánchez Blanco Rodrigo Avila Demitroff	INTEGRACIÓN V AÑO 2021	INGENIERIA QUIMICA Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Resistencia
	BOMBAS Y MOTORES		PRODUCCIÓN DE ÁCIDO POLILÁCTICO
ESCALA 1 :200			PLANO Nº 05



Trifásica 380V 50Hz



REFERENCIAS

P-1 Bomba de ác. láctico
 P-2 Bomba de prepolímero
 P-3 Bomba de lactida
 P-4 Bomba de lactida purificada
 P-Cal Bomba de agua de caldera
 P-Cis Bomba elevadora de agua
 P-Comb Bomba de fuel-oil
 P-Ref Bomba de alimentación de agua de enfriamiento
 P-Vac Bomba de vacío de anillos

M1 Motor de agitador
 M2 Motor de agitador
 M3 Motor de agitador
 M4 Motor de tornillo extrusor
 M5 Motor de cuchilla
 M6 Elevador de cangilones
 M7 Motor de tornillo de transporte

	Rafael Sánchez Blanco Rodrigo Avila Demitroff	INTEGRACIÓN V AÑO 2021	INGENIERÍA QUÍMICA Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Resistencia
	Diagrama Unifilar		PRODUCCIÓN DE ÁCIDO POLILÁCTICO
ESCALA N/A			PLANO N.º 07