



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

**“ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y
COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE
UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE CÁSCARA DE NARANJA”**

T E S I S

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTAN:

**ABILENE SULEM ESQUIVEL MARTÍNEZ
CARLOS IVÁN MARTÍNEZ TECANHUEHUE**

ASESORA: I.Q. CONSUELO MATÍAS GARDUÑO



CD. DE MÉXICO

2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatoria

A mis padres Jorge Esquivel y María Elena Martínez por su apoyo y amor incondicional que me han brindado a lo largo de mi vida y en mi formación académica y profesional. No existen palabras que expresen lo que ha significado para mí ser su hija, por esto y mucho más mi más profundo agradecimiento. Los amo.

A mis hermanos Jorge Heriberto y Daniel por acompañarme en este camino llamado vida, ayudarme en todo momento y por todas las experiencias que hemos vivido juntos. Los amo.

A Carlos Iván por acompañarme a lo largo de todos estos años, apoyarme en todo momento e impulsarme a ser mejor cada día, te amo.

A mis amigos de la FES Zaragoza Javier y Liz por todos esos momentos divertidos que pasamos juntos desde el primer semestre, los quiero mucho.

A Carlos, Jessica, Tere y Marco porque además de ser grandes amigos fueron excelentes compañeros en la facultad, siempre apoyándome cuando lo necesitaba.

Abilene Sulem

Dedicatoria

A mi padre Pedro, por ser el mejor padre que dios me pudo haber dado, por ser mi maestro y enseñado tantas cosas.

A mi madre Ofelia, por ser la mejor madre que dios me pudo haber dado, por enseñarme a ser una persona honesta, por inculcarme siempre que el estudio es lo más importante, a pesar de estar rodeado de un ambiente que pensaba lo contrario.

A mi hermana Karina que siempre cuidó de nosotros como una segunda madre y por sus sabios consejos.

A mi hermanita Adylenne a la que cuidó de pequeña y ahora ella cuida de mí.

A mis tíos Panchito[†] y Gloria[†] y mi primo Marquitos[†] que siempre me apreciaron y no pudieron verme cumplir este sueño.

A mis amigos de la facultad, Jessica y Carlos, por ser unos grandes amigos, y las personas más inteligentes que hicieron más divertidos y desafiantes mis días en la FES. A Marqui y Chepis, por esas “aguas” de coco antes de dinámica.

A mis amigos de la ENP 2, Chikis, Sandra, Misael, Osteosito porque a pesar de no vernos mucho y a más de 10 años seguimos siendo los mejores amigos.

A mis mejores amigas, Angelica por siempre apoyarme y enseñarme tantas cosas de un mundo completamente diferente al mío. Y a Jess por ser la mejor amiga, por estar conmigo en las buenas y las malas, por esos días malos que tuve y siempre estuvo conmigo.

A Sulamita por estar conmigo tantos años, apoyarme en todo momento, cuando más te necesitaba siempre estabas ahí, te amo pushiin.

Carlos Iván

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México por esta gran oportunidad para desarrollarnos profesionalmente.

A la I.Q. Consuelo Matias Garduño por todo su apoyo en la elaboración de este trabajo, agradecemos su paciencia y sus sabios consejos que nos ayudaron a terminar este proyecto.

A los sinodales

I.Q. Francisco Javier Mandujano Ortiz

M. en E. Genaro Altamirano García

M. en I. Cresenciano Echavarrieta Albiter

I.Q. Juan Ángel Lugo Maldonado

Por su colaboración en la revisión de este trabajo, por sus observaciones realizadas que nos permitieron mejorar y por apoyarnos en el proceso de titulación.

Abilene Sulem y Carlos Iván

ÍNDICE GENERAL

Contenido

Resumen	13
Introducción	14
Objetivo general	16
Objetivos particulares	16
Alcance de la tesis	16
Capítulo 1.- Generalidades.....	17
1.1 Definición de Polímeros	18
1.1.1 Clasificación de Polímeros.....	18
1.1.2 Antecedentes Históricos de la Industria de Polímeros.....	22
1.2 Situación Actual de la Industria del Plástico.....	24
1.2.1 Sustentabilidad de los Plásticos.....	24
1.3 Bioplásticos	26
1.3.1 Biodegradación.....	27
1.3.2 Ventajas de los Bioplásticos	27
1.3.3 Desventajas de los Bioplásticos.....	28
1.3.4 Usos y Aplicaciones Generales de los Bioplásticos.....	28
1.3.5 Bioplásticos en México	29
1.4 Polímeros Utilizados en la Elaboración de Bioplásticos.....	30
1.4.1 Polímeros de Origen Natural	30
1.4.2 Polímeros de Origen Sintético	32
1.5 Elaboración de un Bioplástico a partir de Pectina y Cáscara de Naranja	33
1.5.1 Pectina.....	34
1.5.2 Naranja	35
Capítulo 2.- Estudio de Mercado	38

2.1 Diseño del Producto.....	39
2.1.1 Características del Producto Actual.....	39
2.1.2 Propuesta del producto.....	40
2.2 Distribución y Comercialización	41
2.3 Tamaño de la Planta.....	43
2.3.1 Demanda	43
2.3.2 Oferta.....	47
Capítulo 3.- Estudio Técnico	50
3.1 Análisis de los Procesos	51
3.1.1 Proceso 1.....	51
3.1.2 Proceso 2.....	51
3.1.3 Proceso 3.....	52
3.1.4 Proceso 4.....	52
3.1.5 Selección del Proceso	53
3.2 Localización de la Planta.....	53
3.2.1 Macro-localización	53
3.2.2 Micro-localización	55
3.3 Desarrollo Experimental.....	57
3.3.1 Materias Primas	57
3.3.2 Metodología.....	57
3.3.3 Resultados.....	63
3.4 Diseño del Proceso.....	69
3.4.1 Descripción del Proceso	69
3.4.2 Diagrama de Flujo de Proceso.....	70
3.4.6 Diseño y Seleccionamiento de Equipos de Servicios Auxiliares.....	73
3.4.7 Diagrama de Tuberías e Instrumentación de Proceso.....	78

3.4.8 Diagrama de Tuberías e Instrumentación de Servicios Auxiliares.....	79
3.4.12 Plano de Localización General	80
3.5 Requerimientos de Construcción	81
3.6 Requerimientos de Personal	82
3.6.1 Organigrama	83
Capítulo 4.- Estudio Financiero	84
4.1 Inversión Total.....	85
4.1.1 Activos Fijos.....	85
4.1.2 Activos Diferidos	88
4.1.3 Capital de Trabajo.....	93
4.2 Estructura Financiera	96
4.3 Presupuesto de Ingresos	97
4.4 Presupuesto de Egresos	97
4.4.1 Costos fijos	98
4.4.2 Costos variables	103
4.5 Estado de Resultados Proforma	104
4.6 Flujo de Efectivos.....	108
4.7 Índices y Parámetros Financieros	111
4.7.1 Valor Presente Neto (VPN).....	111
4.7.2 Tasa Interna de Retorno (TIR).....	111
4.7.3 Tiempo de Recuperación de Capital (TRC)	112
4.8 Punto de Equilibrio	112
4.9 Análisis de Sensibilidad	113
Conclusiones.....	126
Referencias Bibliográficas	128
Anexos	133

Índice de Tablas

Tabla 1. Características de bioplásticos y plásticos sintéticos	27
Tabla 2. Composición del albedo en porcentaje másico	37
Tabla 3. Presentaciones del producto	40
Tabla 4. Cantidad de tiendas estimadas	42
Tabla 5. Empresas fabricantes de bolsas plásticas sintéticas.....	48
Tabla 6. Continuación Empresas fabricantes de bolsas plásticas sintéticas.....	49
Tabla 7. Empresas fabricantes de bolsas biodegradables	49
Tabla 8. Variación en la concentración de cáscara de naranja	60
Tabla 9. Variación en la concentración de pectina cítrica.....	61
Tabla 10. Variación en la concentración de glicerol	61
Tabla 11. Variación en el tamaño de partícula de cáscara de naranja.....	61
Tabla 12. Requerimientos de materias primas (Fuente: elaboración propia)	71
Tabla 13. Requerimientos de servicios auxiliares (Fuente: elaboración propia)....	71
Tabla 16. Requerimientos de equipos de proceso (Fuente: elaboración propia) ..	72
Tabla 15. Requerimientos de equipos de servicios auxiliares.....	77
Tabla 16. Requerimientos de construcción	81
Tabla 17. Requerimientos de personal.....	82
Tabla 18. Activos fijos totales	85
Tabla 19. Activos fijos (equipo de proceso).....	86
Tabla 20. Activos fijos (equipo de servicios auxiliares).....	86
Tabla 21. Activo fijos (almacenes).....	87
Tabla 22. Activos fijos (oficina).....	87
Tabla 23. Activos fijos (mantenimiento y asistencia técnica).....	87
Tabla 24. Activos fijos (transporte)	88
Tabla 25. Activos fijos (seguridad industrial)	88
Tabla 26. Activos diferidos totales.....	89
Tabla 27. Activos diferidos (material de construcción)	89
Tabla 28. Tipos de trabajadores.....	90
Tabla 29. Activos diferidos (mano de obra).....	90

Tabla 30. Continuación activos diferidos (mano de obra).....	91
Tabla 31. Activos diferidos (pruebas de arranque).....	92
Tabla 32. Activos diferidos (gastos administrativos).....	92
Tabla 33. Activos diferidos (gastos de ingeniería).....	92
Tabla 34. Activos diferidos (gastos de otras áreas).....	92
Tabla 35. Capital de trabajo total.....	93
Tabla 36. Capital de trabajo (materia prima)	93
Tabla 37. Capital de trabajo (servicios auxiliares)	93
Tabla 38. Consumo energético en oficina y otras áreas	94
Tabla 39. Capital de trabajo (mano de obra de operación)	95
Tabla 40. Estructura financiera.....	96
Tabla 41. Financiamiento	96
Tabla 42. Ingresos estimados	97
Tabla 43. Egresos estimados	98
Tabla 44. Costos fijos.....	98
Tabla 45. Depreciación.....	99
Tabla 46. Interés total, anual y mensual.....	99
Tabla 47. Amortización para el año 1 y 2	100
Tabla 48. Amortización para el año 3 y 4	101
Tabla 49. Amortización para el año 5.....	102
Tabla 50. Otros costos fijos.....	102
Tabla 51. Principales costos variables	103
Tabla 52. Otros costos variables.....	104
Tabla 53. Estado de resultados proforma (2017-2022)	105
Tabla 54. Estado de resultados proforma (2023-2026)	106
Tabla 55. Estado de resultados proforma (2027-2030)	107
Tabla 56. Flujo de efectivo (preoperativo-2021)	108
Tabla 57. Flujo de efectivo (2022-2026).....	109
Tabla 58. Flujo de efectivo (2027-2030).....	109
Tabla 59. Flujo de efectivo descontado y acumulado.....	110
Tabla 60. Costos variables y de operación aumentan 10% (2017-2021)	114

Tabla 61. Costos variables y de operación aumentan 10% (2022-2025)	115
Tabla 62. Costos variables y de operación aumentan 15% (2017-2021)	116
Tabla 63. Costos variables y de operación aumentan 15% (2022-2025)	117
Tabla 64. Costos variables y de operación aumentan 20% (2017-2021)	118
Tabla 65. Costos variables y de operación aumentan 20% (2022-2025)	119
Tabla 66. Disminución de ventas en un 20% (2017-2021)	120
Tabla 67. Disminución de ventas en un 10% (2022-2025)	121
Tabla 68. Disminución de ventas en un 15% (2017-2021)	122
Tabla 69. Disminución de ventas en un 15% (2022-2025)	123
Tabla 70. Disminución de ventas en un 20% (2017-2021)	124
Tabla 71. Disminución de ventas en un 20% (2022-2025)	125
Tabla 72. Balance de materia y energía	136
Tabla 73. Secado de cáscara de naranja tipo Valencia	137
Tabla 74. Densidad de cáscara de naranja	137
Tabla 75. Tamizado de cáscara de naranja	138
Tabla 78. Especificaciones del producto final	155

Índice de Figuras

Figura 1. Clasificación de polímeros	22
Figura 2. Usos y aplicaciones de los bioplásticos	29
Figura 3. Estructura molecular de la pectina	34
Figura 4. Naranja tipo Valencia	35
Figura 5. Estructura de la naranja	37
Figura 6. Producto actual	39
Figura 7. Diseño de logo	40
Figura 8. Propuesta del producto	41
Figura 9. Distribución del producto	42
Figura 10. Proceso de producción 1	51
Figura 11. Proceso de producción 2	52
Figura 12. Macro-localización de la planta	54

Figura 13. Micro-localización de la planta	55
Figura 14. Propuesta de ubicación de la planta	56
Figura 15. Lavado de cáscaras de naranja	58
Figura 16. Separación del albedo.....	58
Figura 17. Secado de cáscaras de naranja	59
Figura 18. Cáscara de naranja molida.....	59
Figura 19. Proceso de tamizado.....	60
Figura 20. Pesado de reactivos.....	61
Figura 21. Preparación de soluciones	62
Figura 22. Método Casting	62
Figura 23. Prueba experimental A.1	63
Figura 24. Prueba experimental A.2.....	63
Figura 25. Prueba experimental A.3	64
Figura 26. Prueba experimental B.1	64
Figura 27. Prueba experimental B.2.....	65
Figura 28. Prueba experimental B.3.....	65
Figura 29. Prueba experimental C.1	66
Figura 30. Prueba experimental C.2.....	66
Figura 31. Prueba experimental C.3.....	67
Figura 32. Prueba experimental D.1	67
Figura 33. Prueba experimental D.2.....	68
Figura 34. Prueba experimental D.3.....	68
Figura 35. Diagrama de flujo de proceso.....	70
Figura 36. Sistema de calentamiento para agua	73
Figura 37. Tanque de almacenamiento para agua	73
Figura 38. Resistencia tubular de inmersión	75
Figura 39. Compresor de aire para válvulas de control.....	76
Figura 40. Diagrama de tuberías e instrumentación de proceso	78
Figura 41. Diagrama de tuberías e instrumentación de servicios auxiliares	79
Figura 42. Plano de Localización General.....	80
Figura 43. Organigrama sugerido.....	83

Índice de Graficas

Grafica 1. Producción nacional de bolsas de polietileno	43
Grafica 2. Exportación de bolsas de polietileno.....	44
Grafica 3. Importación de bolsas de polietileno.....	44
Grafica 4. Datos de mercado bolsas de polietileno	45
Grafica 5. Consumo aparente de bolsas de polietileno	45
Grafica 6. Demanda aparente de bolsas de polietileno.....	46
Grafica 7. Demanda potencial calculada	47
Grafica 8. Flujo neto de efectivo.....	110
Grafica 9. Punto de equilibrio	113
Grafica 10. Producción nacional de naranja.....	138
Grafica 11. Importaciones de naranja	139
Grafica 12. Exportaciones de naranja	139
Grafica 13. Consumo aparente	140

Resumen

Los bioplásticos cada día toman mayor importancia, ya que muchos de ellos son capaces de sustituir a los plásticos sintéticos derivados del petróleo, abriendo así la posibilidad de crear múltiples aplicaciones para estos, como es el caso de la elaboración de bolsas biodegradables y empaques para alimentos, además de que la utilización de los bioplásticos reduce considerablemente el impacto ambiental generado por la producción y consumo excesivo de los plásticos sintéticos.

Esta tesis tuvo como finalidad la realización de un estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de una planta productora de películas bioplásticas a partir de cáscara de naranja.

El primer capítulo se basa en fundamentos teóricos acerca de la industria de polímeros, definiciones, antecedentes históricos, situación actual y bioplásticos.

En el estudio de mercado se estableció el diseño del producto, la distribución y comercialización en que operará la planta, además se determinó el tamaño óptimo de la planta de 2,154 ton/año en función de la demanda.

En el estudio técnico se realizó el diseño del proceso para la elaboración de las películas bioplásticas, se propuso la localización de la planta y se elaboró cedulas de requerimientos.

Por último, el estudio financiero permitió realizar una evaluación final del proyecto comprobando su rentabilidad, con una inversión inicial de \$101,546,859.14 se obtuvo resultados favorables del valor presente neto ($VPN = 482,362,958.04$) y tasa de interna de retorno ($TIR = 53\%$). El análisis de sensibilidad demuestra que el proyecto sigue siendo rentable en diferentes circunstancias como cambio en los costos variables, gastos de operación y disminución de la producción. Los valores de VPN y TIR proyectaron una buena rentabilidad para los siguientes años, sin embargo, a partir del año 2025 las utilidades van decreciendo, lo que requiere un ajuste en costos para seguir generando grandes utilidades y mantenerse en el mercado competitivamente.

Introducción

La industria de polímeros es una de las industrias más grandes y complejas a nivel mundial, su importancia radica en que a través de los años se le ha dado cada vez más diferentes usos y aplicaciones a estos materiales en cualquier ámbito, desde artículos para la vida cotidiana hasta los materiales más sofisticados en ingeniería o cualquier otra rama como la medicina y la biotecnología. Sin embargo, el uso desmedido de los polímeros sintéticos obtenidos a partir del petróleo ha traído consigo una gran problemática ambiental que crece año con año.

Esta preocupación ambiental ha impulsado a la creación de nuevas alternativas para disminuir el impacto ambiental que se tiene por la producción desmedida de polímeros sintéticos.

La utilización de plásticos biodegradables derivados de fuentes naturales es una alternativa para reducir la contaminación ambiental, ya que estos pueden degradarse fácilmente en el ambiente, en comparación con los polímeros sintéticos derivados del petróleo los cuales pueden tardar cientos o miles de años en desintegrarse. Además de que los desechos de los plásticos biodegradables pueden ser tratados como desechos orgánicos, por lo que pueden ser eliminados en depósitos sanitarios.

El petróleo como materia prima en la producción de polímeros plásticos también genera problemas ambientales, entre ellos, la emisión de gases de invernadero, además de que una gran cantidad de petróleo está destinado a la producción de gasolinas haciendo de este su uso principal, el petróleo al ser un recurso no renovable e inestable en costos puede condicionar el futuro del plástico.

Además de mitigar la producción de polímeros sintéticos, esta tesis tiene como propósito el aprovechamiento de los residuos de cáscara de naranja proveniente de la industria de bebidas, entre otras.

La producción de naranja en México va en aumento se estima que para el año 2030 se produzca cerca de 12.2 millones de toneladas, lo que representaría un

incremento del 63.58% con respecto a la producción del año 2016 (7.46 millones de toneladas). La naranja es el segundo cítrico más producido en México, únicamente por debajo del limón, por lo tanto, la generación de residuos cítricos va en crecimiento y se requiere de tratamientos para procesar dichos residuos y generar productos de alto valor agregado como biopolímeros, aceites esenciales, alimentos para animales y composta, entre otros.

La cáscara de naranja al ser rica en contenido de un biopolímero llamado “pectina” es altamente procesable para la obtención de películas plásticas biodegradables. Este tipo de películas bioplásticas derivadas de polímeros naturales como los polisacáridos, proteínas y lípidos, pueden ser utilizadas de distintas maneras, ejemplo de ello, para sustituir las bolsas plásticas de polietileno que son de las más consumidas a nivel mundial.

La producción de bioplásticos puede tener un futuro muy prometedor, sin embargo, la producción de estos puede llegar a resultar más costoso que los procesos convencionales de polímeros sintéticos, es por ello que se realizará un estudio de prefactibilidad para verificar la rentabilidad de la instalación de una planta productora de este tipo de bioplásticos.

Objetivo general

Realizar un estudio de prefactibilidad para la instalación y comercialización de una planta productora de un bioplástico a partir de cáscara de naranja, determinando la viabilidad y rentabilidad del proyecto.

Objetivos particulares

- Realizar una investigación bibliográfica basada en fundamentos teóricos y técnicos requeridos para este proyecto.
- Desarrollar un estudio de mercado en el cual se dará a conocer la propuesta del producto y se determinará el tamaño de la planta.
- Obtener experimentalmente un bioplástico a partir de cáscara de naranja y pectina cítrica.
- Desarrollar un estudio técnico donde se incluirá el diseño del proceso y los requerimientos para la instalación de la planta.
- Realizar una evaluación financiera considerando la factibilidad del proyecto.

Alcance de la tesis

La presente tesis contemplará los estudios requeridos para la instalación de una planta productora de un bioplástico a partir de cáscara de naranja, describiendo cada uno de ellos para lograr los objetivos.

Los aspectos que se describirán son los siguientes:

1. Generalidades: información bibliográfica teórica, conceptos y datos preliminares para el proyecto.
2. Estudio de Mercado: investigación de datos de mercado, propuesta del producto, determinación del tamaño de la planta.
3. Estudio Técnico: desarrollo experimental, diseño del proceso, requerimientos para la instalación y operación de la planta y localización de la planta.
4. Estudio Financiero: evaluación financiera, cálculo de índices y parámetros financieros y análisis de sensibilidad del proyecto.

Capítulo 1.- Generalidades



1.1 Definición de Polímeros

Los polímeros son macromoléculas formadas por la unión repetida de una o varias moléculas unidas por enlaces covalentes. El término macromolécula significa molécula muy grande. “Polímero” y “macromolécula” son términos que suelen utilizarse indistintamente, aunque estrictamente hablando no son equivalentes ya que las macromoléculas, en principio, no requieren estar formadas por unidades de repetición [1].

Las moléculas que se combinan para formar los polímeros se denominan monómeros y las reacciones a través de las cuales se obtiene se denominan reacciones de polimerización [1]

1.1.1 Clasificación de Polímeros

Debido a la gran variedad de polímeros existentes, estos pueden clasificarse de diferentes maneras, a continuación, se mencionan las clasificaciones más comunes. Según su procedencia

- Naturales. También conocidos como “Biopolímeros”, son aquellos polímeros provenientes de fuentes naturales.

En base a su origen y producción los biopolímeros pueden ser divididos en tres categorías principales [2]:

- Obtenidos directamente a partir de la extracción o remoción de *biomasa*. Ejemplo de estos son los polisacáridos almidón y la celulosa, así como algunas proteínas como la caseína y el gluten.
- Producidos mediante la síntesis química, utilizada para remover los monómeros de la biomasa. Un ejemplo de estos es el ácido poliláctico, el cuál es producido vía fermentación.
- Producidos a partir de microorganismos modificados genéticamente, principalmente polihidroxicanoatos (PHB, PHBV, etc.).

- Sintéticos. Los polímeros sintéticos son los que se obtienen ya sea en una industria o en un laboratorio, y están conformados a base de monómeros naturales. Los polímeros sintéticos provienen mayoritariamente del petróleo (mezcla de hidrocarburos). Después de un proceso de crackeo y reformado, se tienen moléculas simples, como el etileno, benceno, etc., y a partir de las cuales se comenzará la síntesis del polímero.

Así mismo los polímeros sintéticos se pueden clasificar en tres diferentes tipos de materiales [3]:

- Elastómeros: son polímeros que, aunque pueden ser deformados, una vez que desaparece el agente que causó la pérdida de su forma pueden regresar a ella. Tienen la propiedad de recuperar su forma al ser sometidos a una deformación de ella.
- Fibras: son polímeros capaces de orientarse para formar filamentos largos y delgados como el hilo. Poseen una gran resistencia a lo largo del eje de orientación. Tienen su principal aplicación en la industria textil.
- Plásticos: son materiales polímeros orgánicos que pueden deformarse hasta conseguir una forma deseado por medio de extrusión, moldeo, hilado, etc. Los plásticos se caracterizan por una alta relación resistencia/densidad, unas propiedades excelentes para el aislamiento térmico y eléctrico y una buena resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes [4].

Aunque existen plásticos naturales como la celulosa, la gran mayoría de los plásticos son materiales sintéticos.

- Polímeros Semisintéticos. Son los obtenidos por la transformación química de los polímeros naturales, sin que se destruya de modo apreciable su naturaleza macromolecular. Ejemplo: la seda artificial obtenida a partir de la celulosa [5].

Según su composición

- Homopolímeros. Son macromoléculas formadas por la repetición de unidades monoméricas idénticas, es decir, no contiene heteroátomos. Dentro de este grupo de polímeros se distinguen cinco familias principales: las poliolefinas, los poliestirénicos, los insaturados (polienos), los polivinilos y los poliacrílicos. La celulosa y el caucho son homopolímeros naturales. El polietileno y el PVC son homopolímeros sintéticos.
- Copolímeros. Son macromoléculas constituidas por dos o más unidades monoméricas distintas. La seda es un copolímero natural y la baquelita uno sintético. Los copolímeros más comunes están formados por dos monómeros diferentes que pueden formar cuatro combinaciones distintas; si los monómeros se agrupan en forma azarosa, el polímero se llama copolímero al azar; si se ubican de manera alternada se obtiene un copolímero alternado; si se agrupan en bloque, por ejemplo, dos monómeros de un tipo y tres monómeros del otro en forma alternada, se forma un copolímero en bloque; si se parte de una cadena lineal formada por un monómero y se agregan ramificaciones de otro monómero, se obtiene un copolímero injertado [5].

Según su estructura

- Lineal. En estos las unidades monoméricas se unen a otras formando cadenas sencillas. Estas largas cadenas son flexibles y pueden unirse entre sí por fuerzas de Van der Waals. Ejemplo: polietileno, poliestireno, polipropileno, polimetacrilato de metilo, poliamida, etc. [6].
- Ramificado. Son polímeros cuya cadena principal está conectada lateralmente con otras cadenas secundarias. Estas ramificaciones son el resultado de las reacciones locales que ocurren durante la síntesis del polímero obteniéndose, por tanto, polímeros de menores densidades [6].
- Entrecruzado. En estos las cadenas lineales adyacentes se unen transversalmente en varias posiciones mediante enlaces covalentes [6].

- Reticulados. Son polímeros compuestos por unidades trifuncionales que tienen tres enlaces covalentes activos, formando redes tridimensionales, en lugar de cadenas lineales generadas por las unidades monoméricas bifuncionales [6].

Según su mecanismo de polimerización

- Polímeros de Adición. Polímeros que parten de monómeros que poseen al menos un doble enlace. En la polimerización por adición se distinguen tres etapas: iniciación, propagación y terminación. Ejemplo: polietileno, poliestireno, polipropileno y polimetacrilato de metilo [6].

Una polimerización por adición se da cuando la molécula del monómero pasa a formar parte del polímero sin pérdida de átomos, es decir, la composición química de la cadena resultante es igual a la suma de las composiciones químicas de los monómeros que la conforman, por lo cual, durante la polimerización por adición no se generan subproductos [7]

- Polímeros de Condensación. Se obtienen al reaccionar por etapas dos moléculas simples diferentes. En una primera etapa, dichas moléculas reaccionan entre sí para formar otra especie química, eliminándose moléculas sencillas como H_2O , HCl , etc. Ejemplo: poliamidas, baquelitas y poliésteres [6].

En una policondensación, la molécula del monómero pierde átomos cuando pasa a formar parte del polímero, por lo general, se pierde una molécula pequeña, por lo cual, en las polimerizaciones por condensación se generan subproductos [7].

Según su respuesta mecánica frente a la temperatura

- Termoplásticos. Se reblandecen por efecto de la temperatura pudiéndose conformar varias veces por efecto de la presión y de la temperatura. Ejemplo: polietileno, polipropileno, poliestireno, etc. [6].
- Termoestables. Este tipo de polímeros una vez que son conformados endurecen y son rígidos sin probabilidad de volver a reblandecerse por efecto

de la temperatura. Ejemplo. resinas fenólicas (baquelita), poliésteres, resinas epoxy, etc. [6].

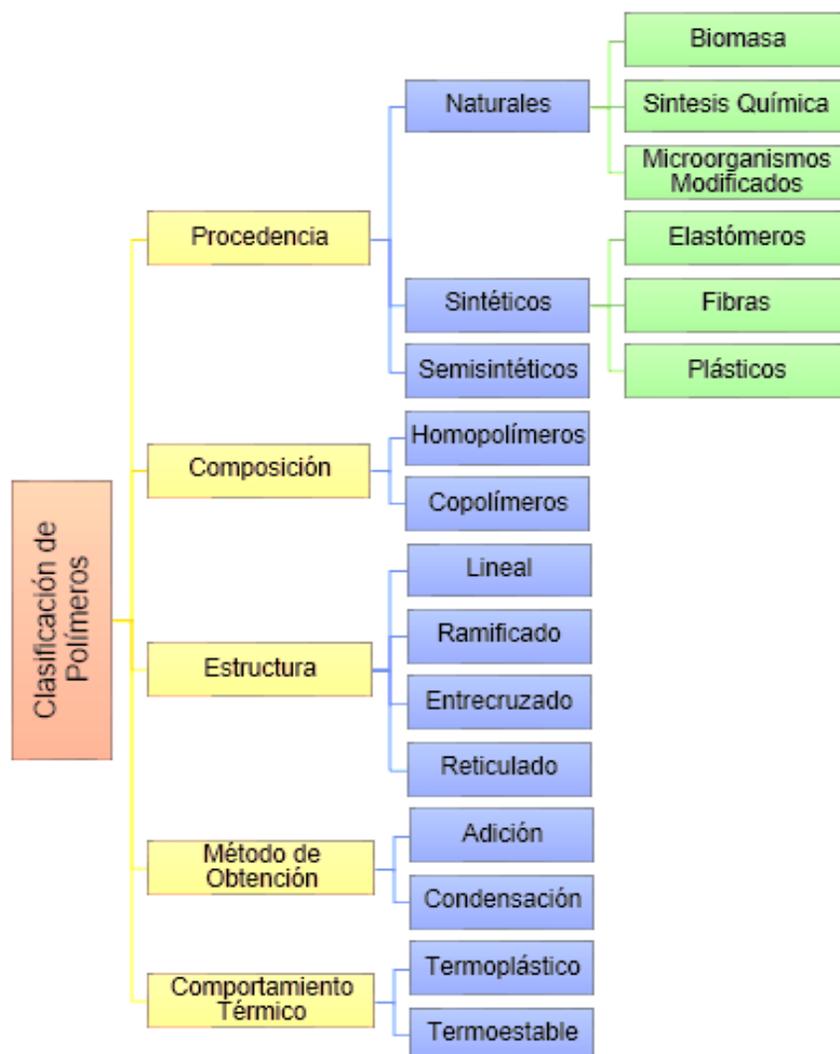


Figura 1. Clasificación de polímeros

1.1.2 Antecedentes Históricos de la Industria de Polímeros

Los polímeros han estado presentes en la vida y la naturaleza desde sus comienzos, sin embargo, fue hasta el siglo XIX que surgieron los primeros polímeros sintéticos que siguieron desarrollándose hasta nuestros días, los primeros polímeros sintéticos se obtuvieron a base de la transformación de polímeros naturales.

Se cree que el primer polímero fue elaborado por Charles Goodyear en 1839 con el vulcanizado del caucho. En 1846 y 1868 se desarrollaron formas de sintetizar celuloide a partir del nitrato de celulosa, pero el primer polímero totalmente sintético fue desarrollado por el químico estadounidense Leo Hendrik Baekeland, la baquelita.

Pronto surgieron otros polímeros que revolucionarían esta industria como el poliestireno y el policloruro de vinilo en 1911 y 1912 respectivamente. Estos polímeros fueron sustitutos del caucho y se usaron para la creación de objetos y utensilios de la vida cotidiana.

Otros polímeros importantes fueron el metacrilato de metilo polimerizado (plexiglás) que se utilizó como sustituto del cristal, el teflón utilizado en utensilios de cocina por sus propiedades antiadherentes y el nylon primer plástico de alto rendimiento.

El avance de la industria de los polímeros se intensificó mucho a partir de 1926, cuando el químico alemán Hermann Staudinger expuso su teoría de los polímeros como largas cadenas de pequeñas unidades unidas por enlaces covalentes (fundamento de la Química Macromolecular).

Esta industria volvió a sufrir otro gran avance en la Segunda Guerra Mundial, puesto que la mayoría de los países no recibía materias primas, ya sea porque el país que se la suministraba se encontraba en el bando contrario, o porque las rutas de comercio estaban muy controladas, se vieron obligados a desarrollar nuevos polímeros para sustituir las materias primas con las que normalmente hacían los distintos productos o armas de combate. Ejemplo de esto puede ser el caucho sintético usado por Alemania para las ruedas de los tanques y el nylon, desarrollado por Estados Unidos y utilizado para fabricar textiles como paracaídas o prendas combinándolo con lana y algodón. Durante la posguerra y hasta nuestros días la industria de los polímeros ha seguido avanzando, desarrollando nuevos polímeros como el polietileno o el polipropileno, dos de los polímeros plásticos más usados en la actualidad [8].

1.2 Situación Actual de la Industria del Plástico

Los plásticos, gracias a su versatilidad, ligereza y bajo costo, se han convertido en materiales insustituibles. Se usan en aplicaciones tan diversas como el envase y embalaje, la medicina, la fabricación de automóviles y las telecomunicaciones [9]. Constituyen, además, el principal componente en muchos objetos de uso cotidiano. Los cambios en el estilo de vida, especialmente en los patrones de uso y consumo, han llevado a un incremento continuo en la producción de estos materiales.

Actualmente a nivel mundial existen miles de industrias productoras de polímeros plásticos, Según datos de *PlasticsEurope* para el año 2014, China fue el principal productor de polímeros plásticos con 26 % de la producción total, seguido de la región europea con 20% de la producción total y la región de América del Norte con una producción del 19%.

Según datos de la Asociación Nacional de Industrias del Plástico (ANIPAC), para el año 2012 el crecimiento de producción creció entre 5.8 y 6%, apoyado por la industria automotriz que reporto la fabricación de vehículos, también la industria de alimentos y bebidas que impulsó el consumo de empaques.

A nivel nacional para el año 2012 el 45% del plástico es destinado para empaque y embalaje, el otro 55% se destina a los sectores de agricultura, construcción, productos del hogar, etc. En cuanto al crecimiento por región, Nuevo León es el cuarto estado en importancia y producción de plástico, después del Estado de México, Distrito Federal y Jalisco [10].

1.2.1 Sustentabilidad de los Plásticos

La sustentabilidad se concibe como la habilidad de cualquier sociedad o actividad humana para satisfacer sus necesidades actuales sin comprometer los recursos que necesitarán las generaciones futuras para satisfacer sus necesidades. Esto aplica a cuatro grandes campos: el económico, el social, el ambiental y el tecnológico.

La sustentabilidad en los plásticos relaciona la satisfacción de necesidades de la sociedad con el empleo eficiente y la conservación de los recursos naturales, la minimización de los impactos de procesos y productos en los ecosistemas y la salud

humana por emisiones y uso de sustancias tóxicas, el diseño de los productos para su mayor y mejor recuperación y reaprovechamiento mediante reciclaje, su manejo y uso eficiente en la aplicación final y la gestión y disposición responsable de los residuos generados al final de su vida útil.

Ya no es suficiente fabricar artículos de plástico de manera eficiente y competitiva, ahora se requiere de crearlos y desarrollarlos tomando en cuenta los efectos que tienen en el medio ambiente a lo largo de su ciclo de vida. La tecnología juega un papel muy importante en la creación de estos nuevos artículos plásticos que satisfacen las necesidades humanas, tal es el caso de los bioplásticos generados a partir de residuos orgánicos.

El ciclo de vida de los plásticos inicia con la extracción de recursos naturales como el gas natural y petróleo de los cuales se derivan las materias primas petroquímicas que se convertirán en resinas para su transformación en plásticos.

Una vez producidos los plásticos, su vida continúa con su uso como bienes intermedios (envases/embalajes o componentes de otros productos) o como bienes finales (artículos de uso final por el consumidor).

Concluida su vida útil, los plásticos se convierten en residuos cuya siguiente etapa es su recuperación para reintegrarlos a la cadena de transformación como materiales reciclables.

A lo largo del ciclo de vida se consumen recursos y también se generan emisiones y residuos que deben ser controladas o recuperados para su tratamiento.

Los residuos mal manejados o dispuestos sin control llegan a acumularse en el medio ambiente ocasionando daños a ecosistemas.

Según datos de la ANIPAC para el año 2012 se generaron cerca de 42.2 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos plásticos.

Los residuos plásticos provienen de tres fuentes principales:

- Envases y embalajes usados y mermas de producción de empresas manufactureras.
- Envases y embalajes de productos adquiridos por comercios para reventa o los generados por huéspedes y comensales en el lugar.
- Todos los envases y embalajes de los bienes de uso final, enseres y artículos del hogar desechados, muebles y artículos de escritorio que descarta el consumidor final.

En la actualidad se recupera el 30.3 % de los residuos plásticos generados y solo el 21.3 % se recicla [11].

Esta preocupación ambiental que crece día con día ha llevado al desarrollo de nuevas alternativas para disminuir el impacto ambiental generado por estos residuos plásticos; una de estas alternativas es la producción de plásticos biodegradables.

1.3 Bioplásticos

Los plásticos biodegradables o bioplásticos son materiales provenientes de recursos renovables y en algunos casos presentan propiedades similares a los plásticos elaborados a partir del petróleo [12]

La utilización de bioplásticos derivados a partir de fuentes naturales es una alternativa al problema de contaminación ambiental provocada por el uso desmedido de polímeros sintéticos, ya que en comparación con los polímeros sintéticos que pueden tardar cientos o miles de años en desintegrarse, los bioplásticos pueden desintegrarse en el medio ambiente en un periodo muy corto de tiempo (entre 6 y 12 meses aproximadamente). En la tabla 1 se muestran algunas características de los bioplásticos con respecto a los plásticos sintéticos.

Característica	Bioplásticos	Plásticos sintéticos
Biodegradable	Si	No
Reciclable	Si	Si, con excepciones
Tiempo máximo de degradación	1 año	1000 años
Moldeable	Si	Si
Resistente a la humedad	Si, con excepciones	Si
Baja densidad	Si	Si
Impermeable	Si, con excepciones	Si
Aislante eléctrico	Si	Si
Resistente a corrosión	Si	Si
Disminución de contaminación	Si	No
Costos de producción	Alto	Bajo

Tabla 1. Características de bioplásticos y plásticos sintéticos (Fuente: elaboración propia)

1.3.1 Biodegradación

Es el proceso mediante el cual las sustancias son transformadas por microorganismos o por las enzimas que estos generan. El carbono orgánico presente en las moléculas se transforma en compuestos simples como el dióxido de carbono (CO₂) y el metano, a través de un proceso conocido como mineralización. Este proceso debe ser susceptible de ser medido por métodos estandarizados, en condiciones y tiempos específicos [13].

Los bioplásticos como producto que integra al mercado para consumir o para la utilización del mismo, cuenta con ventajas y desventajas [14].

1.3.2 Ventajas de los Bioplásticos

- Los bioplásticos son sintetizados por especies de distintos géneros bacterianos, por lo que su relación de contaminación es menor con respecto a los plásticos convencionales.

- En cuanto a su degradación, esta cumple un papel importante en la conservación bacteriana en condiciones de baja concentración de nutrientes. Su degradación se encuentra en un rango de 6 a 12 meses.
- Al ser termoplásticos, poseen propiedades que son similares a las de los plásticos derivados del petróleo.
- Llegan a ser degradados en su totalidad por las bacterias que lo producen, y por otras bacterias, hongos y algas.
- Son producidos a partir de recursos renovables.
- Para su producción, no es necesaria gran cantidad de agua ni de uso energético.
- Con la producción de bioplásticos, se reduce la necesidad de tala de árboles.
- No generan residuos.

1.3.3 Desventajas de los Bioplásticos

- La principal desventaja que poseen es el costo de producción, este costo de producción y el precio suelen ser mayor que los plásticos derivados del petróleo. Pero, a medida que se observen las ventajas comparativas del bioplástico frente al plástico derivado del petróleo su uso aumentará.

1.3.4 Usos y Aplicaciones Generales de los Bioplásticos

Los bioplásticos modernos tienen una impresionante gama de aplicaciones y se han ido consolidando como materia prima alternativa a los materiales convencionales derivados del petróleo, ya que son biopolímeros adecuados para productos desechables de vida corta, así como aplicaciones de larga duración [15].

En la industria alimentaria se utilizan películas flexibles, botellas y todo tipo de envases para alimentos; bolsas biodegradables, juguetes, aparatos electrónicos, autopartes, materiales médicos y envases para cosméticos son otras de las múltiples aplicaciones de estos materiales.



Figura 2. Usos y aplicaciones de los bioplásticos

1.3.5 Bioplásticos en México

México como uno de los principales productores de granos y cultivos a nivel mundial, puede ser un prometedor fabricante de bioplásticos con bajos costos. Esta ventaja competitiva en materias primas puede probablemente desarrollar una demanda local importante para los bioplásticos [16].

En general los bioplásticos tienen una presencia muy baja en el mercado, y los que se comercializan son importados; no se cuenta con políticas oficiales que orienten la producción y desarrollo de este tipo de materiales, ni se ha analizado a profundidad su posible efecto como sustituto de los derivados del petróleo o el gas natural [17], además, los costos de logística son considerablemente altos, sin embargo, se espera que, a largo plazo, los bioplásticos compitan en precio con los polímeros tradicionales, debido a que, la materia prima de base biológica ha tenido comúnmente un costo más bajo que las materias primas procedentes del petróleo, [16].

1.4 Polímeros Utilizados en la Elaboración de Bioplásticos

La mayor parte de la materia prima para la producción de bioplásticos proviene de los residuos agrícolas, también pueden obtenerse a partir de subproductos obtenidos en la elaboración de alimentos, como el suero de leche. Esta vía tecnológica permitiría reducir y aprovechar los residuos sólidos de la industria alimentaria.

1.4.1 Polímeros de Origen Natural

Entre los polímeros de origen natural que están siendo utilizados para la elaboración de películas bioplásticas se encuentran algunos polisacáridos, proteínas y lípidos.

1.4.1.1 Polisacáridos

Los polisacáridos son polímeros cuyos monómeros son monosacáridos, los cuales se unen repetitivamente mediante enlaces glucosídicos. Estos compuestos llegan a tener un peso molecular muy elevado, que depende del número de residuos o unidades de monosacáridos que participen en su estructura.

- Almidón. Es un polímero que se encuentra en abundancia en las plantas. Los principales cultivos de los cuales se extrae son las papas, el maíz y el arroz. Este polisacárido ha sido considerado durante muchos años como un polímero con alto potencial para formar películas biodegradables, debido a que es un material de alta disponibilidad, bajo costo, renovable y biodegradable [18].
- Alginatos. Estos polisacáridos se obtienen de diferentes especies de algas y forman geles cuando se les adiciona calcio. Estos geles se usan para elaborar películas y recubrimientos para alimentos, los cuales tienen buenas propiedades de barrera frente al oxígeno y los lípidos [19].
- Pectina. La pectina es un carbohidrato purificado obtenido del extracto diluido en ácido de la porción interna de la corteza de los frutos cítricos. La pectina es un éster metilado del ácido poligalacturónico, y consiste de cadenas de 300 a 1000 unidades de ácido galacturónico conectadas por enlaces $1\alpha \rightarrow 4$.

El grado de esterificación (GE) afecta las propiedades gelificantes de la pectina.

- Quitosano. El quitosano es un material con alto potencial para la elaboración de películas y materiales de empaque, ya que además de ser biodegradable, no es tóxico y tiene propiedades antimicrobianas que le permiten inhibir una amplia variedad de bacterias [20]. Las películas elaboradas con este material son transparentes, cuentan con buenas propiedades mecánicas y presentan baja permeabilidad al O₂ y CO₂.
- Celulosa. Este polisacárido es el biopolímero más abundante en la naturaleza. Es el constituyente principal de las paredes celulares de las plantas y más de la mitad del carbono orgánico del planeta se encuentra en la celulosa. En comparación con el almidón, la celulosa es relativamente resistente a la biodegradación [21].

1.4.1.2 Proteínas

Las proteínas pueden ser obtenidas a partir de plantas o animales, las proteínas son consideradas como copolímeros de grupos aminoácidos y de sitios con carga a lo largo de su compleja cadena [2].

- Caseína. Es una proteína derivada de la leche, es de fácil proceso debido a su estructura coloidal. No se disuelve directamente en agua, pero 50% en peso puede ser soluble después de 24 horas de inmersión. Ha sido utilizada principalmente por presentar buenas propiedades de adhesión.
- Colágeno. Es una proteína animal, con una estructura fibrosa, forma parte de la piel, músculo y algunos tendones. Se encuentra formada a partir de glicina, prolina e hidroxiprolina. Es un polímero flexible, sin embargo, como es una fibra de estructura helicoidal es muy insoluble y dificulta el proceso de uso. El colágeno es un material básico para la producción de gelatina, por lo que es un aditivo común en la industria de alimentos, como un alto potencial para ser utilizado en la formación de películas.
- Gluten. Es una proteína obtenida a partir del trigo o el maíz, la cual presenta la propiedad de ser viscoelástica, los plásticos obtenidos a partir del gluten

presentan propiedades de alto brillo como el polietileno, presenta buena resistencia al agua bajo ciertas condiciones, aunque no es soluble en agua, puede absorber agua durante la inmersión.

- Proteínas de soya. Es comparable con la harina de soya, concentrado de soya y aislado de soya, todas difieren en el contenido de proteína. Esta proteína está constituida por 2 fracciones llamadas 7S (conglicina, 35%) y 11S (glicinina, 52%). Los mejores resultados son obtenidos del aislado de soya (aproximadamente 90% de proteína).
- Queratina. Esta puede ser extraída de sistemas de agua del cabello, uñas. Presenta una estructura compleja con el alto contenido de grupos de cisteína. La queratina es una de las proteínas con un proceso de purificación más difícil. Después de procesada es completamente biodegradable y se obtienen plásticos insolubles en agua.

1.4.1.3 Lípidos

Otro grupo de materiales que se utilizan para la elaboración de películas biodegradables son los lípidos. Los compuestos de naturaleza lipídica usados como recubrimientos son: monoglicéridos acetilados y ceras naturales [22].

- Ceras. Son los compuestos comestibles más eficientes para ser usados como barrera a la humedad. Además, sirven como barrera para los gases y mejoran la apariencia superficial de varios alimentos. Entre las ceras utilizadas en alimentos están: la de abeja, la de carnauba (un exudado de las hojas palma) y la de candelilla [23].
- Acetoglicéridos. La acetilación del glicerol monoesterato mediante su reacción con anhídrido acético, produce 1-estearodiacetina. Este monoglicérido acetilado presenta la característica particular de solidificarse del estado fundido a un sólido ceroso flexible.

1.4.2 Polímeros de Origen Sintético

Los polímeros de origen sintético biodegradables son resultado de la fermentación de polímeros primarios (celulosa, almidón, proteína, pectina, entre otros), utilizados

como sustratos por diferentes productos finales como el ácido poliláctico (PLA), polihidroxicanoatos (PHA), entre otros [24].

- **Ácido poliláctico (PLA).** Es un polímero biodegradable derivado de ácido láctico; es un material altamente versátil que se caracteriza por ser termoplástico, biodegradable y compostable; se produce a partir de recursos renovables y presenta propiedades mecánicas, térmicas y de barrera comparables a las de polímeros sintéticos de amplio uso como el poliestireno y el polietileno tereftalato. Se obtiene de cualquier material con alto contenido de almidón o azúcares (por ejemplo: maíz, caña de azúcar, papa, entre otros), el cual sirve de sustrato a bacterias productoras de ácido láctico [22].
- **Polihidroxicanoato (PHA).** Polímero de origen microbiano producido por *Pseudomonas aeruginosa*. Sintetizados en los cuerpos de las bacterias alimentadas con glucosa. Son polímeros extremadamente versátiles, completamente biodegradables, cristalinos, pueden ser manipuladas para proporcionar una amplia gama de propiedades mecánicas y de barrera, en algunos casos, que coinciden con el rendimiento de termoplásticos de ingeniería [22].
- **Polihidroxitirano (PHB).** Este presenta propiedades similares a las del polipropileno y se pueden elaborar botellas por la técnica de moldeado por soplado. La mayor desventaja que presenta este polímero es su alto costo a comparación de los plásticos convencionales. Cuenta con baja densidad y puede alcanzar la biodegradación completa [25].

1.5 Elaboración de un Bioplástico a partir de Pectina y Cáscara de Naranja

La cáscara de naranja diariamente es desechada por diferentes industrias y los desechos de estas industrias son considerados como una fuente de contaminación del entorno ecológico, es por esto, que la utilización de estos desechos para la producción de nuevos productos se convierte en una fuente potencial de aprovechamiento [2].

En este proyecto se eligió la pectina cítrica como polímero natural y la cáscara de naranja para dar lugar a la elaboración de un bioplástico que sea capaz de ser competitivo en el mercado y que tenga las propiedades necesarias para darle un uso final.

1.5.1 Pectina

La pectina es un polisacárido importante en los alimentos por sus propiedades funcionales, se utiliza como agente gelificante, espesante y estabilizante en la industria alimentaria. Es constituyente de los tejidos vegetales, su molécula es muy compleja y grande cuya naturaleza exacta es incierta; sin embargo, se sabe lo suficiente para entender algunas de sus propiedades y para hacer uso de sus propiedades funcionales para la elaboración de películas bioplásticas.

La pectina se encuentra naturalmente en las manzanas, arándanos rojos, ciruelas, y los cítricos como son los limones y las naranjas., estos últimos contienen niveles muy altos de pectina.

La deformación amplia de la molécula y la presencia en la solución de agregación son propiedades similares a las que se encuentran en algunos polímeros sintéticos [26], es por ello que, las películas bioplásticas elaboradas a partir de pectina tendrán buenas propiedades físicas y mecánicas debido a sus propiedades moleculares.

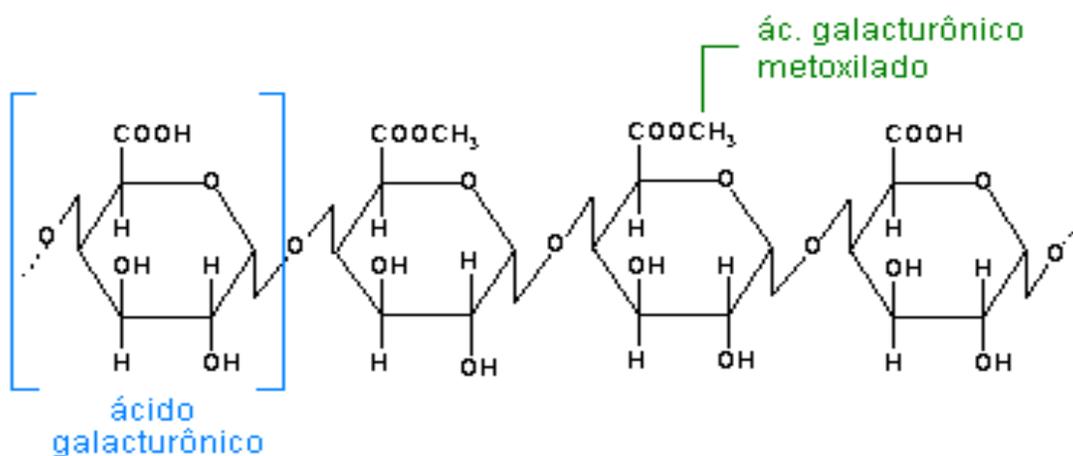


Figura 3. Estructura molecular de la pectina

1.5.2 Naranja

La naranja es el fruto del naranjo dulce, árbol que pertenece al género *Citrus* de la familia de las rutáceas. Esta familia comprende más de 1600 especies. El género botánico *Citrus* es el más importante de la familia, y consta de unas 20 especies con frutos comestibles todos ellos muy abundantes en vitamina C, flavonoides y aceites esenciales. Estos frutos, llamados hespérides, tienen la particularidad de que su pulpa está formada por numerosas vesículas llenas de jugo. [27].

Presentan un color anaranjado, al que deben su nombre, aunque algunas especies son casi verdes cuando están maduras. Su sabor varía desde el amargo hasta el dulce.

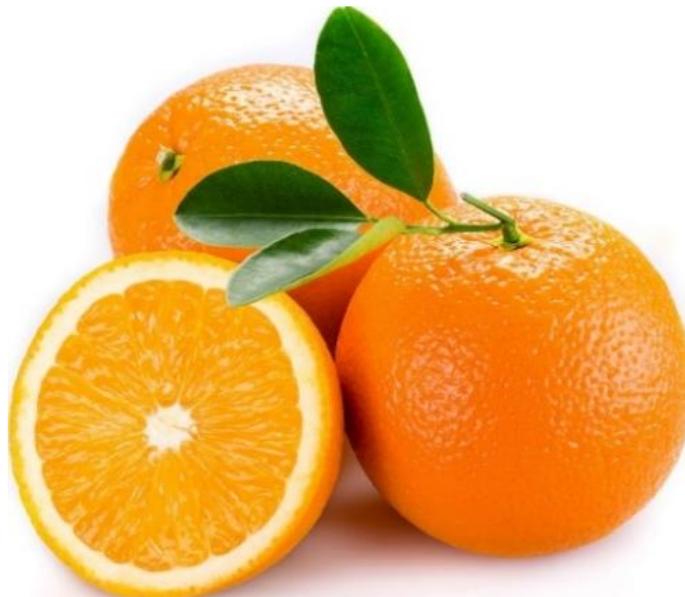


Figura 4. Naranja tipo Valencia

1.5.2.1 Origen de la Naranja

Es originaria del sureste de China y norte de Birmania, aunque se le conoce en área mediterránea desde hace aproximadamente tres mil años. Desde su lugar de origen, el naranjo se extendió a Japón y a lo largo de la India, llegó a Occidente, por la Ruta de la Seda. Los árabes la introdujeron en el sur de España en el siglo X, aunque el naranjo dulce no fue conocido hasta 1450. A partir de ese momento fue

extendiéndose por toda Europa, alcanzando gran popularidad durante la segunda mitad del siglo XV.

Actualmente México es uno de los primeros productores de la naranja a nivel mundial. Su uso más frecuente es en jugo, nutritivo y común especialmente en el desayuno. En la industria de los alimentos se aprovecha para elaborar mermeladas, aceites y esencias de naranja (que se obtienen de la cáscara del fruto); aromatizantes y saborizantes [28].

Las variedades cultivadas en México son la *valencia*, la *navel-lane-late* y la *navelina*. La naranja *valencia* o *valenciana* entra en producción en mayo, es jugosa y dulce y por ello muy orientada a la producción de jugo. La *navel-lane-late* se produce a partir de febrero y es una fruta destinada a la mesa del consumidor que suma a sus atributos un grado de acidez mayor. Por su parte, la *navelina* sirve tanto para la mesa como para la producción de jugos. Es altamente valorada porque tiene una producción muy alta que inicia en diciembre [29].

1.5.2.2 Estructura de la Naranja

La naranja se divide de la siguiente manera:

- Exocarpio, epicarpio o flavedo: Es la corteza exterior de la naranja. Su color es el resultado de los pigmentos contenidos en la cáscara, además de contener los aceites esenciales que le dan el aroma tan característico.
- Mesocarpio o albedo: Es la parte blanca de la cáscara, tiene un sabor amargo y es rica en pectina.
- Endocarpio: Es la pulpa de la naranja que destaca por su dulce sabor y por ser rica en fibra.
- Semillas: destacan por sabor amargo, producen un aceite amarillento rico en limonoides hesperidina y ácidos grasos con un alto valor dietético.
- Eje Central: Es el cordón blanco que se encuentra en el centro de la naranja.
- Gajos: Son los trozos individuales de la naranja que se encuentran separados por dos membranas a cada lado.

- Membranas. Son unas finas paredes celulares que separa a los gajos de las naranjas.

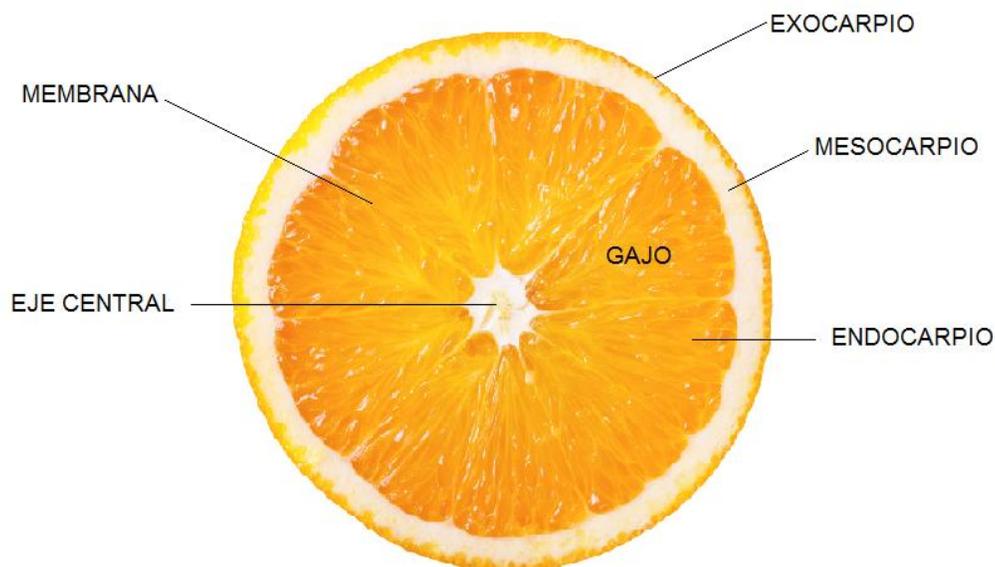


Figura 5. Estructura de la naranja

El albedo o mesocarpio de la naranja es la parte esponjosa que se encuentra entre el endocarpio, como se mencionó anteriormente, esta es rica en pectinas, a continuación, se muestra la composición del albedo [30].

Agua	75.0 %
Azúcares	9.0 %
Celulosa y lignina	6.5 %
Sustancias pépticas	4.0 %
Glucósidos	3.5 %
Ácidos orgánicos	1.5 %
Otras sustancias	0.5 %
TOTAL	100.0 %

Tabla 2. Composición del albedo en porcentaje másico

Capítulo 2.- Estudio de Mercado



2.1 Diseño del Producto

Para el diseño del producto se tomó en cuenta las características de los bioplásticos elaborados a partir de polisacáridos. Estos bioplásticos se muestran como películas ligeras y flexibles pudiendo ser utilizadas en la elaboración de bolsas biodegradables y películas para empaque de alimentos.

Se optó por proponer la elaboración de bolsas biodegradables a base de cáscara de naranja debido a que estas tardan un tiempo muy corto en desintegrarse (6 a 12 meses), siendo una excelente opción para reducir el consumo de bolsas plásticas sintéticas y de papel las cuáles son una gran fuente de contaminación ambiental.

2.1.1 Características del Producto Actual

Actualmente en el mercado existe una gran cantidad de marcas comerciales las cuáles ponen a disposición del consumidor muchas presentaciones en tamaño, color, forma y precios.

Los materiales más utilizados para la elaboración de bolsas plásticas sintéticas son el polietileno, polipropileno y policloruro de vinilo (pvc), mientras que para la elaboración de bolsas biodegradables son diferentes polímeros naturales como almidón, pectina y celulosa, entre otros; las presentaciones más comerciales son bolsas en rollo tubulares o planas y bolsas con asa.



Figura 6. Producto actual (bolsas plásticas sintéticas y biodegradables)

2.1.2 Propuesta del producto

2.1.2.1 Logo y Marca

El logo es la imagen gráfica que distingue a una marca. Puede ser logotipo (compuesto de palabras), isotipo (de imágenes) e isologotipo (combina tipografía e imagen), debe ser comprensible por el público y atractivo para los posibles clientes.

A continuación, se presenta la propuesta del diseño del logo.



Figura 7. Diseño de logo (isologotipo)

2.1.2.2 Presentación

Se propone que la presentación sea de bolsas biodegradables con asa empaquetadas en rollo, en diferentes cantidades y tamaños; esto con la finalidad de que sean fácilmente utilizadas por los consumidores. En la tabla 2 se muestra las diferentes presentaciones y la propuesta del producto final.

Empaque	Cantidad de Bolsas	Tamaño (cm)	Resistencia (kg)
1	500	30 x 40	3
2	250	30 x 40	3
3	500	35 x 50	4
4	250	35 x 50	4

Tabla 3. Presentaciones del producto



Figura 8. Propuesta del producto

2.2 Distribución y Comercialización

Los canales de distribución representan el camino comercial de los productos a través de instituciones intermediarias que sirven para poner a la mejor disposición comercial de los clientes los bienes y servicios concretos que están listos para su venta [31].

Para la comercialización del producto se pretende realizar convenios con distintos supermercados y tiendas de conveniencia en general, esto con la finalidad de su utilización para el despacho de productos comprados por los clientes; también se pretende comercializar con tiendas mayoristas que a su vez actuaran como intermediarios vendiendo las bolsas biodegradables a pequeños negocios, mercados y tiendas minoristas para que finalmente puedan ser utilizadas por los clientes finales.

En la figura 9 se muestra un esquema con la propuesta de distribución del producto.



Figura 9. Distribución del producto

Se pretende llegar a gran parte de los supermercados, tiendas de conveniencia y tiendas mayoristas ubicados en el Estado de México y Ciudad de México.

En la tabla 3 se muestra la cantidad estimada de supermercados y tiendas existentes.

Tipo	Cantidad Estimada	Ubicación
Supermercados, tiendas de autoservicio y departamentales	3762	Ciudad de México
	4252	Estado de México
Tiendas de Conveniencia	1786	Ciudad de México
	1294	Estado de México
Tiendas Mayoristas (abarrotes y bebidas)	3509	Ciudad de México
	1985	Estado de México

Tabla 4. Cantidad de tiendas estimadas (Fuente: INEGI, Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas)

2.3 Tamaño de la Planta

El tamaño de la planta se determinará por la demanda potencial del producto realizando una proyección hacia el año 2030.

2.3.1 Demanda

La demanda se define como la cantidad de bienes y servicios que pueden ser adquiridos por un consumidor a precios diferentes.

Para realizar el cálculo de la demanda se tomaron en cuenta los datos estadísticos del INEGI (2016) de producción, exportación, importación, consumo aparente y demanda aparente del producto “bolsas de polietileno tubulares en rollo”.

2.3.1.1 Producción



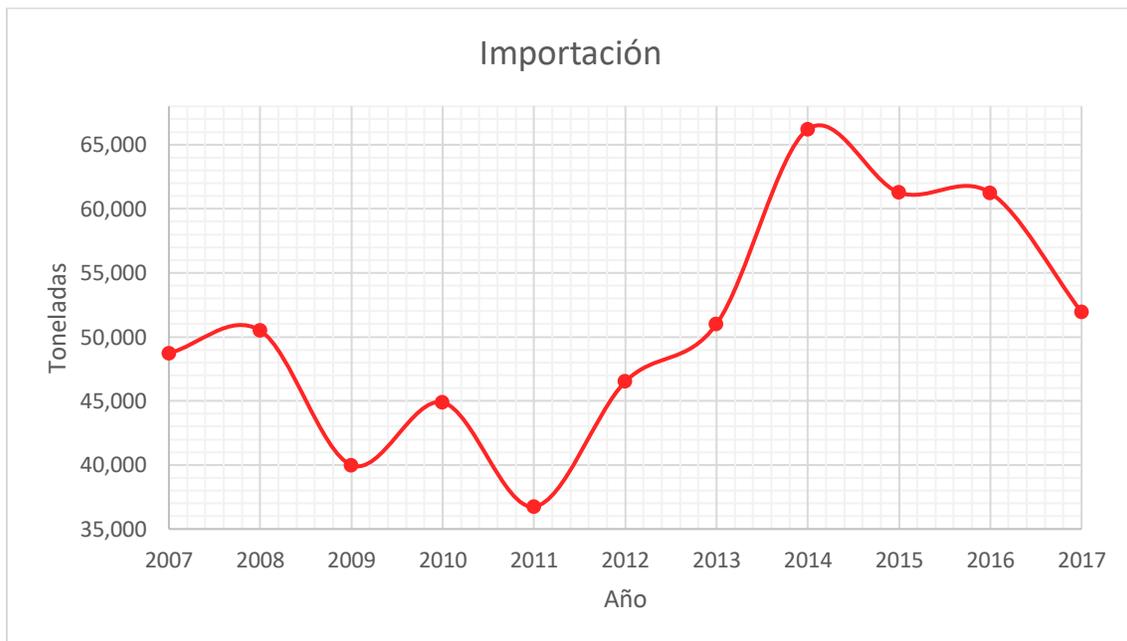
Grafica 1. Producción nacional de bolsas de polietileno (Fuente: INEGI, Banco de Información Económica (BIE), 2018)

2.3.1.2 Exportación

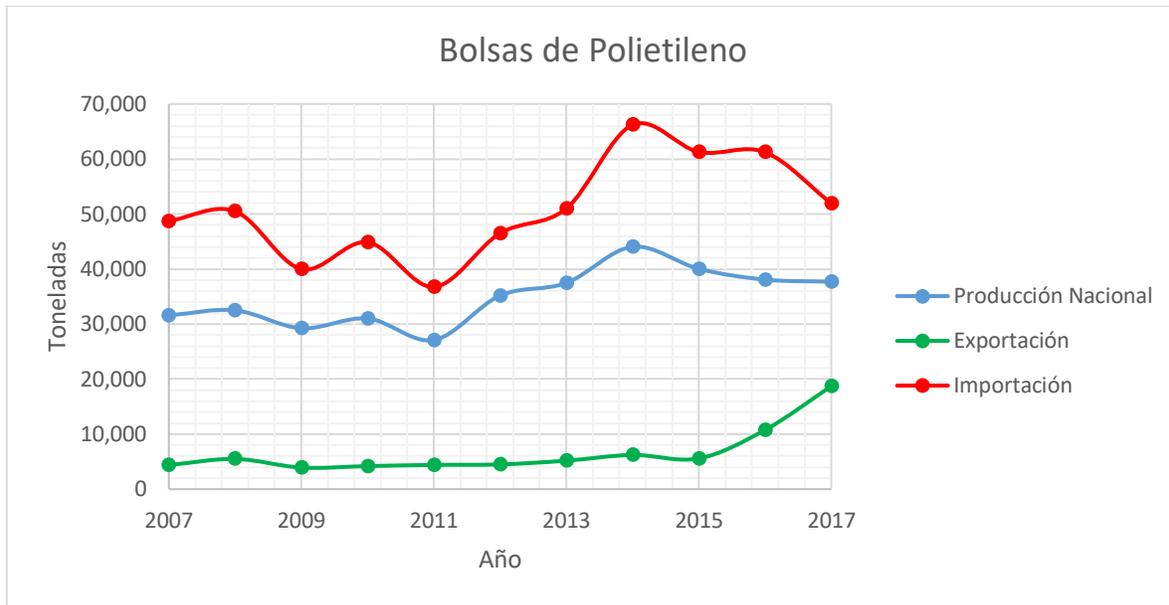


Grafica 2. Exportación de bolsas de polietileno (Fuente: INEGI, Banco de Información Económica (BIE), 2018)

2.3.1.3 Importación



Grafica 3. Importación de bolsas de polietileno (Fuente: INEGI, Banco de Información Económica (BIE), 2018)



Grafica 4. Datos de mercado bolsas de polietileno (Fuente: INEGI, Banco de Información Económica (BIE), 2018)

2.3.1.4 Consumo Aparente

En base a los datos anteriores se realizó el cálculo del Consumo Aparente a partir de la siguiente ecuación.

$$\text{Consumo Aparente} = \text{Producción} + \text{Importación} - \text{Exportación}$$

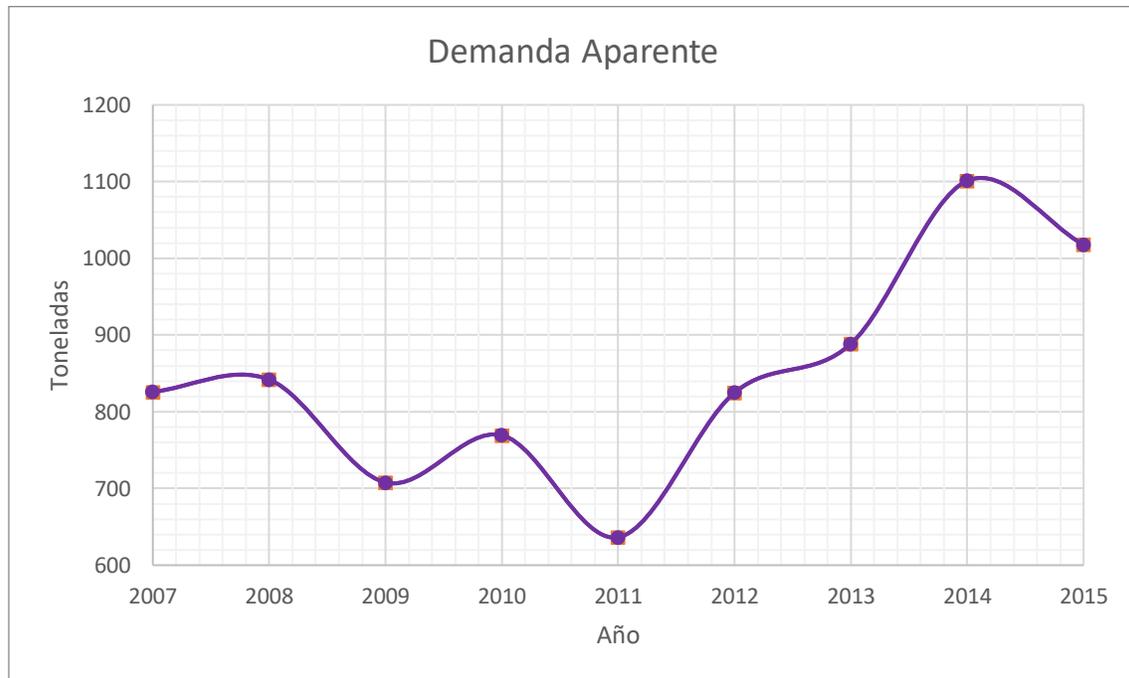


Grafica 5. Consumo aparente de bolsas de polietileno (Fuente: elaboración propia)

2.3.1.5 Demanda Aparente

La Demanda Aparente se calculó con base a datos estadísticos del consumo per cápita por habitante y cantidad de habitantes en el Estado de México y Ciudad de México con una meta de cobertura del 5% del mercado.

$$\text{Demanda Aparente} = \text{Consumo per cápita} \times \text{Cantidad de Población}$$



Grafica 6. Demanda aparente de bolsas de polietileno (Fuente: elaboración propia)

2.3.1.6 Demanda Potencial

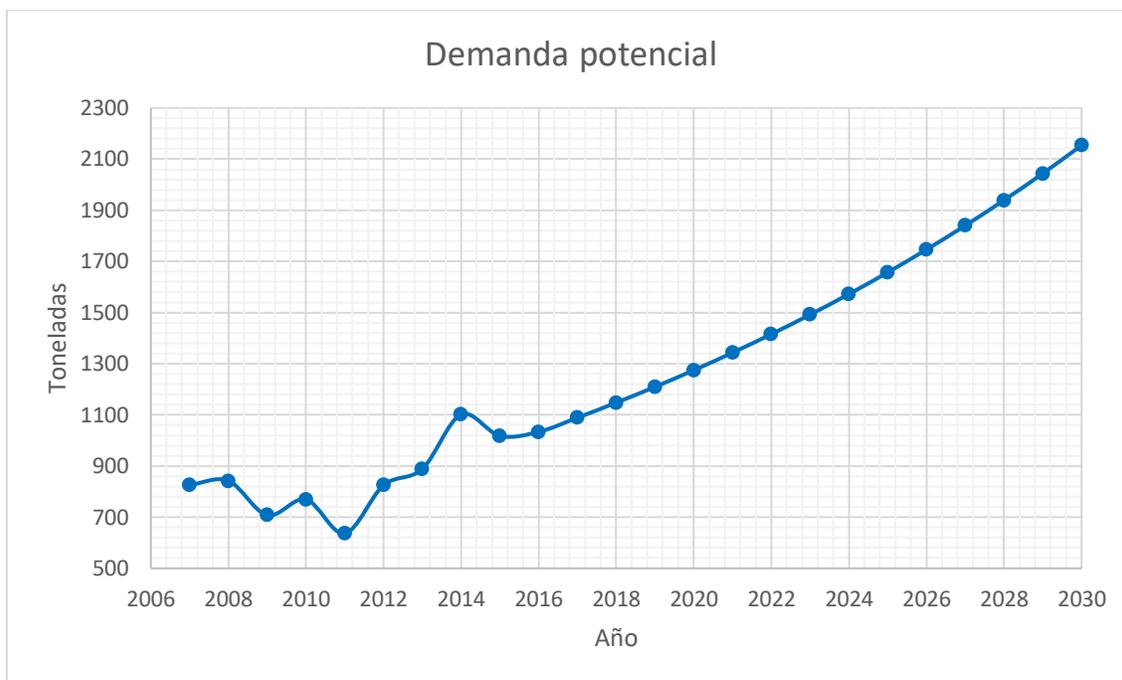
La demanda potencial se calculó para el año 2030, la proyección se realizó con un ajuste de la ecuación exponencial siguiente:

$$DP = (2.37363705361548X10^{-43}e^{0.0524704258794372X})/2$$

Donde:

DP = Demanda Aparente (Ton)

X = Año a proyectar



Grafica 7. Demanda potencial calculada (Fuente: elaboración propia)

2.3.2 Oferta

La oferta se define como la cantidad de bienes y servicios que los productores están dispuestos a vender a distintos precios en el mercado.

En México existen cientos de empresas dedicadas a la fabricación de bolsas plásticas sintéticas y biodegradables.

Según datos del INEGI para el año 2015 hay una existencia de 134 establecimientos a nivel nacional dedicados a la fabricación de bolsas y películas de plástico flexible.

En la tabla 4 se muestra la lista de algunas empresas fabricantes y proveedoras de bolsas plásticas sintéticas y biodegradables ubicadas en la Ciudad y Estado de México.

Empresas fabricantes	Dirección / Contacto
Rollos De Polietileno SA De CV	Cafetal 162, Granjas México, 08400 Ciudad de México 01 55 5657 4344
DEPSA. Dinamismo en Empaques Plásticos, S.A. de C.V.	Emilio Elizondo Super Mz. 24 Lote 113, Iztapalapa, Ejército de Agua Prieta, 09570 Cd. De México 01 55 3183 0238
Mexplast	Francisco J. Clavijero 90, Esperanza, 06840 Cd. De México 01 55 5740 5344
Plásticos SILDEE S.A. De C.V.	Eje 2 Oriente Av. H. Congreso de la Unión 3646, Gustavo A. Madero, 07880 Cd. De México 01 55 5551 0861
PQS México	Calle 26 de Enero de 1857 No. 69, Leyes de Reforma 3ra. Secc., 09310 Cd. De Méx. 01 55 3183 0222
Bolsas de Polietileno en México Poliexcel	Prol. 16 de Septiembre 51, Lázaro Cárdenas, 53560 Naucalpan de Juárez, Méx. 01 55 5761 1000
Plásticos del Moralillo S.A. De C.V.	Canela 260, Granjas México, 08400 Cd. De México 01 55 5650 4066

Tabla 5. Empresas fabricantes de bolsas plásticas sintéticas (Fuente: elaboración propia)

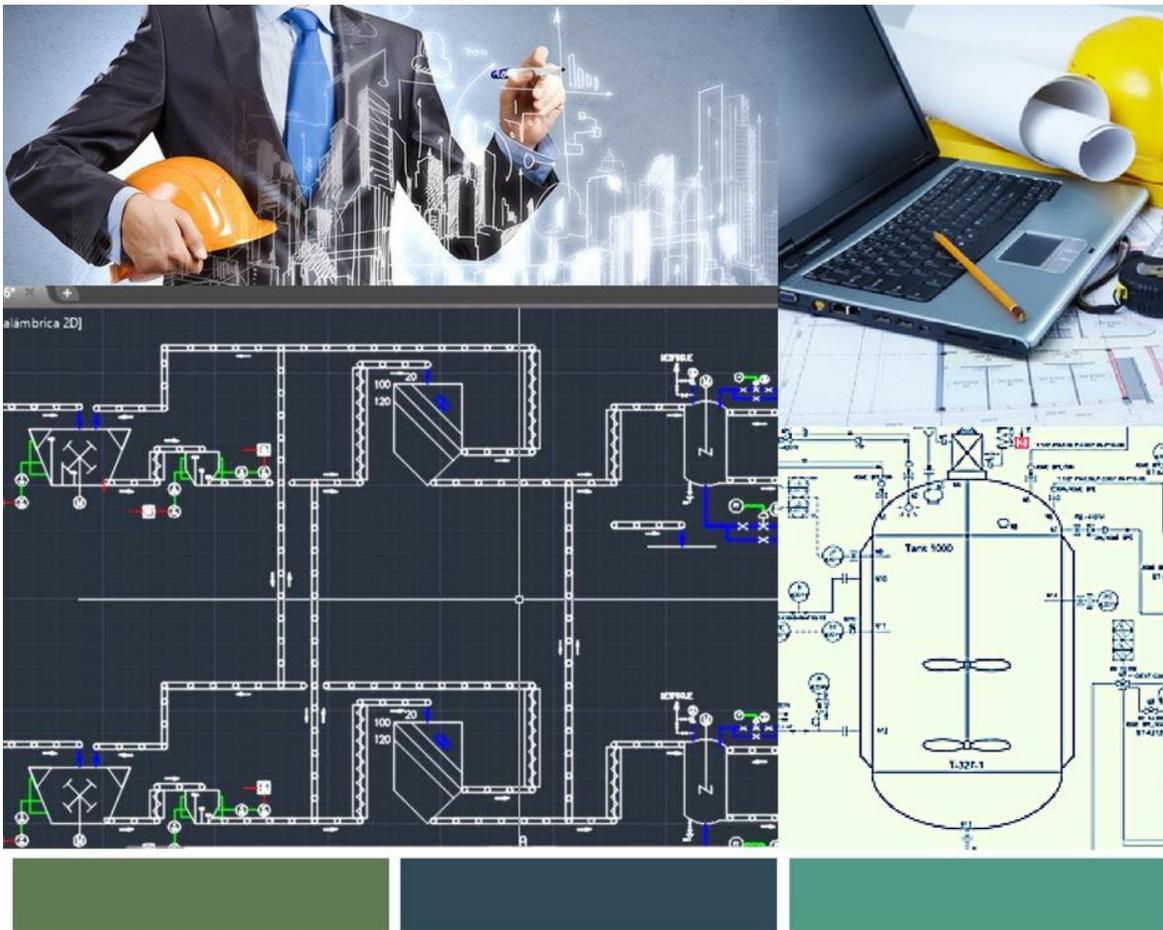
Plastibolsas S.A. de C.V.	Av. Rojo Gómez 468, Ejidos del Moral, 09300 Cd. De México 01 55 2198 0767
Plastinal S.A. De C.V.	Industrial San Nicolás, Av. Gustavo Baz Prada 3323, Centro Industrial Tlalnepantla, 54030, Méx.
Polietilenos Comerciales de México S.A. De C.V.	Transformación 4, Industrial Cuamantla, 54730 Cuautitlán Izcalli, Méx. 01 55 5870 2378
Polibrisa de México S.A. De C.V.	52000, Parque Industrial Lerma, 52000 Lerma, Méx. 01 728 282 3501

Tabla 6. Continuación Empresas fabricantes de bolsas plásticas sintéticas (Fuente: Elaboración propia)

Empresas proveedoras	Dirección / Contacto
Ecoalternativas	Moras 441, Col. Del Valle, 032200 Cd. De México 55 30 674111
Clifton Packaging S.A. De C.V.	5 de Mayo 201 Bodega C Col. Ampliación Providencia Azcapotzalco, 02440 Cd. De México 01 55 5383 5478
Fábrica de Polietileno La Cima S.A. de C.V.	Avenida presidente Plutarco Elías Calles 79, Granjas México Iztacalco, 08400 Cd. De México 01 55 5442 2040
Multibolsas Plásticas	Camino Principal a barrón No. 48, Benito Juárez, 54469 Méx. 01 55 2168 4900
Acabados y Empaques Mexicanos	Calle Juan José de Eguiara y Eguren 5, Col. Asturias, 068500 Cd. De México 01 55 5750 5096
Grupo Industrial Rybisa	Calle 4-43, Agrícola Pantitlán, 08100 Cd. De México 01 55 5558 6227

Tabla 7. Empresas fabricantes de bolsas biodegradables (Fuente: elaboración propia)

Capítulo 3.- Estudio Técnico



3.1 Análisis de los Procesos

3.1.1 Proceso 1

El primer proceso consiste en la utilización de la cáscara de naranja fresca por lo que no se requiere de un proceso de secado previo a la molienda, esto ayuda a la reducción del costo en consumo de energía y equipo. En la figura 10 se presenta un diagrama de bloques con este proceso de producción.

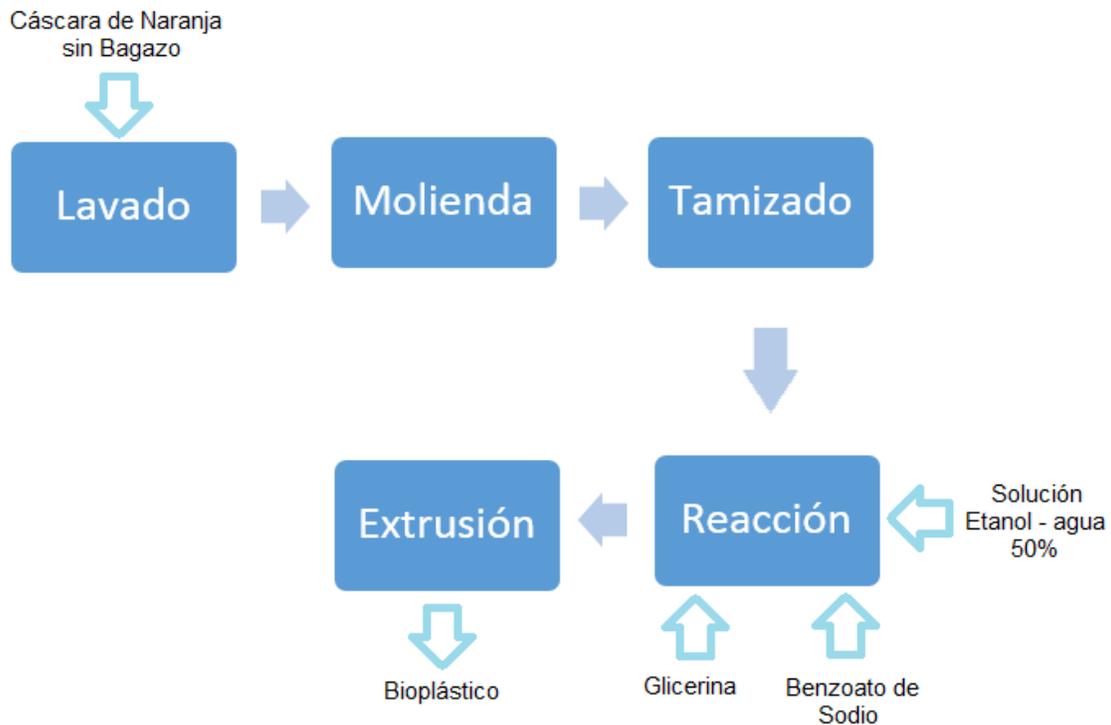


Figura 10. Proceso de producción 1

3.1.2 Proceso 2

El segundo proceso consiste en la utilización de la cáscara de naranja seca, para ello se requiere de un proceso de secado previo a la molienda. En este proceso la cáscara de naranja sale del molino con un tamaño de partícula más fino que en el proceso con cáscara de naranja fresca, esto ayuda a que la película bioplástica resultante obtenga una mejor textura. En la figura 11 se presenta un diagrama de bloques para este proceso de producción.

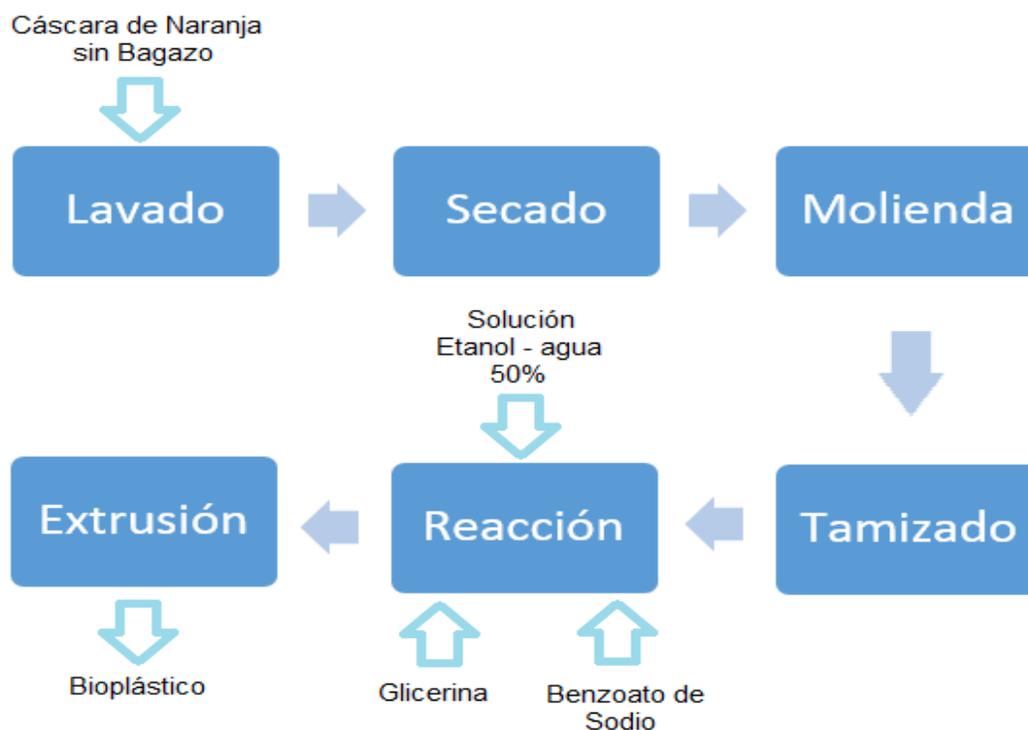


Figura 11. Proceso de producción 2

3.1.3 Proceso 3

Este proceso tiene como finalidad realizar la reacción de polimerización en frío, es decir, no se requiere de ningún equipo de calentamiento para llevar a cabo la reacción, el inconveniente de este proceso radica en que debido a que la pectina cítrica tiene una menor solubilidad en temperatura ambiente, esta tarda más en mezclarse con las demás materias primas.

3.1.4 Proceso 4

En este proceso a diferencia del anterior, se requiere de un reactor enchaquetado para llevar a cabo una reacción con calentamiento, esto ayuda a que la pectina cítrica y las demás materias primas puedan mezclarse con una mayor facilidad obteniendo una mezcla completamente homogénea para posteriormente pasar al extrusor.

3.1.5 Selección del Proceso

De acuerdo con las descripciones de los procesos anteriores se optó por un proceso híbrido donde se utilice la cáscara de naranja seca (proceso 2) y la reacción se lleve a cabo en caliente (proceso 4), esto con la finalidad de obtener una película bioplástica de mejor textura y resistencia capaz de ser utilizada como bolsa biodegradable.

3.2 Localización de la Planta

Para la localización de la planta se tomaron en cuenta varios factores:

- Disponibilidad de Materias Primas
- Infraestructura Industrial
- Vías de Comunicación y Distribución
- Disponibilidad de Servicios
- Costos de Instalación
- Actividad Económica
- Comunidad
- Clima

3.2.1 Macro-localización

Estado de México

El Estado de México se ubica en la zona central de la República Mexicana, limita al norte con los estados de Querétaro e Hidalgo, al sur con Morelos y Guerrero, al oeste con Michoacán, al este con Tlaxcala y Puebla y rodea a la Ciudad de México. Cuenta con una extensión territorial de 22, 499,95 km² y una población de más de 16 millones de habitantes, tiene 125 municipios siendo Toluca su capital.

El Estado de México forma parte de las treinta y dos entidades federativas de los Estados Unidos Mexicanos. Es uno de los estados fundadores de la federación, y el de mayor densidad de población. Se encuentra en el centro sur del país y posee una superficie mayor a 22 000 km² [33].

Es una de las entidades más industrializadas de México, en el contexto nacional, el Estado de México participa con el 17.1% del PIB generado por la industria química en el país, ocupando así el segundo lugar. El primer sitio corresponde a la Ciudad de México y el tercero a Nuevo León.

Las industrias químicas en la entidad superan los 1500 establecimientos y proporcionan fuentes de trabajo para poco más de 86 mil personas.

Los principales productos de esta industria en el Estado de México son productos farmacéuticos, productos de plástico para la industria automotriz, pinturas y recubrimientos; jabones, limpiadores y dentífricos; botellas de plástico, bolsas y películas de plástico flexible, químicos básicos orgánicos; cosméticos, perfumes y otras preparaciones de tocador, además de ciertos productos derivados del petróleo refinado y del carbón mineral [34]



Figura 12. Macro-localización de la planta (Estado de México)

3.2.2 Micro-localización

Municipio La Paz

El municipio de La Paz forma parte del Estado de México y pertenece al Distrito Judicial y Rentístico de Texcoco de Mora. Su localización geográfica es 19°19' 31" de latitud norte y 98° 54' 59" de longitud oeste. Se ubica en la porción oriental del Valle de México.

La paz limita al norte con los municipios de Nezahualcóyotl, Chicoloapan y Chimalhuacán; al sur con los de Ixtapaluca, Chalco y la delegación Iztapalapa de la Ciudad de México; al este con el municipio de Chicoloapan e Ixtapaluca; y al oeste con la delegación Iztapalapa y el municipio de Nezahualcóyotl.

En su ámbito regional el municipio de la Paz es uno de los más importantes por su aportación al sector industrial. Es de los pocos municipios de la región oriente que tiene grandes zonas industriales, las que generan importantes aportaciones a la producción bruta total y una gran cantidad de empleos [35]



Figura 13. Micro-localización de la planta (Municipio La Paz)

Propuesta de Ubicación

A continuación, se presenta la propuesta de ubicación para la instalación de la planta productora de un bioplástico a partir de cáscara de naranja.

- Dirección: Avenida del Pastor, colonia Tecamachalco, municipio La Paz, Estado de México.
- Principales vialidades: Carretera federal México – Texcoco km 21.5
- Características: Superficie de 1990 m² (frente 26.5 m, fondo: 74m, véase plano de localización general 3.4.11), superficie plana y forma regular.
- Servicios: Agua potable, sistema eléctrico, drenaje y alcantarillado.



Figura 14. Propuesta de ubicación de la planta

3.3 Desarrollo Experimental

3.3.1 Materias Primas

Se utilizó la cáscara de naranja del tipo Valencia, ya que este tipo de naranja es la más comercializada en el país y se encuentra en gran medida a lo largo del año; esta se obtuvo de los desechos de puestos locales de jugos ubicados en la Ciudad de y Estado de México.

Reactivos

- Cáscara de naranja
- Pectina cítrica
- Etanol 96°
- Agua destilada
- Glicerol
- Benzoato de sodio

Materiales

- Balanza digital
- Espátula
- Vasos de precipitados de 250 ml
- Probetas de 100 ml
- Agitador de vidrio
- Termómetro de inmersión parcial -20-150°C
- Parrilla de calentamiento
- Charola de vidrio
- Equipo de tamizado (Malla Tyler #100, #200 y #325)

3.3.2 Metodología

A. Tratamiento de las Cáscaras de Naranja

Se llevó a cabo un tratamiento previo a las cáscaras de naranja, para esto se realizó distintos procedimientos que a continuación se mencionan.

- Lavado

Se realizó el lavado de las cáscaras de naranja, esto con la finalidad de eliminar tierra y suciedad que se pudieran encontrar en ellas ya que se encontraban en proceso de ser desechadas.



Figura 15. Lavado de cáscaras de naranja

- Separación del albedo

Manualmente se separó el albedo de la cáscara de naranja, siendo esta última la utilizada para la elaboración de las películas bioplásticas.



Figura 16. Separación del albedo

- Secado

El secado se realizó exponiendo las cáscaras de naranja a la luz solar en un periodo de 3 horas.



Figura 17. Secado de cáscaras de naranja

- Molienda

Una vez secas las cáscaras de naranja se molieron con ayuda de una licuadora, hasta obtener un tamaño de partícula apto para el tamizado.



Figura 18. Cáscara de naranja molida

- Tamizado

Con el objetivo de obtener un tamaño de partícula más fino, se tamizo la cáscara de naranja. El tamizado se llevó a cabo con Mallas Tyler no. 100, 200 y 325.



Figura 19. Proceso de tamizado

B. Preparación de Soluciones

Se elaboró diferentes soluciones en caliente hasta obtener mezclas homogéneas, variando la concentración de cáscara de naranja, pectina cítrica y glicerol, además de la variación del tamaño de partícula de la cáscara de naranja, la cantidad de benzoato de sodio utilizado fue de 0.2 gramos en todas las pruebas, en la tabla 7 se muestran cada una de las pruebas realizadas.

Prueba	Cáscara de Naranja (g)	Pectina Cítrica (g)	Glicerol (ml)	Solución Agua - Etanol 50% (ml)
A.1	5	1	1	20
A.2	3	1	1	20
A.3	2	1	1	20

Tabla 8. Variación en la concentración de cáscara de naranja

Prueba	Cáscara de Naranja (g)	Pectina Cítrica (g)	Glicerol (ml)	Solución Agua - Etanol 50% (ml)
B.1	2	3	1	25
B.2	2	2	1	25
B.3	2	1	1	25

Tabla 9. Variación en la concentración de pectina cítrica

Prueba	Cáscara de Naranja (g)	Pectina Cítrica (g)	Glicerol (ml)	Solución Agua - Etanol 50% (ml)
C.1	2	2	3	25
C.2	2	2	2	25
C.3	2	2	1	25

Tabla 10. Variación en la concentración de glicerol

Prueba	Cáscara de Naranja (g)	Pectina Cítrica (g)	Glicerol (ml)	Solución Agua - Etanol 50% (ml)	Malla Tyler #
D.1	2	2	1	25	100
D.2	2	2	1	25	200
D.3	2	2	1	25	325

Tabla 11. Variación en el tamaño de partícula de cáscara de naranja

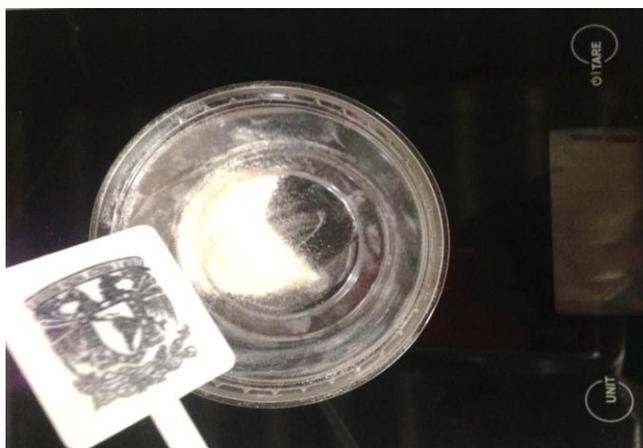


Figura 20. Pesado de reactivos



Figura 21. Preparación de soluciones

C. Método de Vaciado “Casting”

Cada una de las pruebas se vaciaron en una charola plana de vidrio para su posterior reacción y secado a la luz solar.

Una vez secas las películas plásticas estas se desprenden de la charola.



Figura 22. Método Casting

3.3.3 Resultados

A. Variación de cáscara de naranja

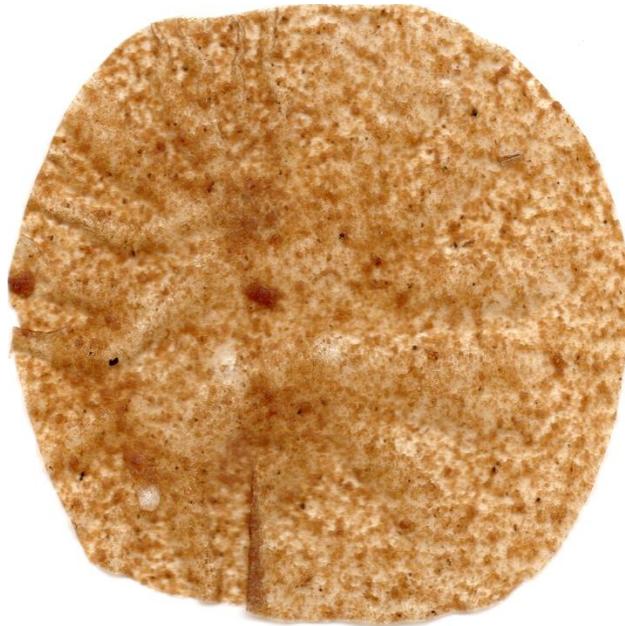


Figura 23. Prueba experimental A.1



Figura 24. Prueba experimental A.2



Figura 25. Prueba experimental A.3

De acuerdo con las características de cada una de las películas plásticas la prueba A.3 fue la que más se acercó al producto deseado (homogeneidad de la película), por lo que en las siguientes pruebas se utilizó esta misma cantidad de cáscara de naranja.

B. Variación de pectina cítrica



Figura 26. Prueba experimental B.1



Figura 27. Prueba experimental B.2



Figura 28. Prueba experimental B.3

De acuerdo con las pruebas obtenidas, la que obtuvo la mejor resistencia y consistencia fue la película de la prueba B.2, por lo que se optó utilizar 2 gramos de pectina cítrica para las siguientes pruebas.

C. Variación de glicerol



Figura 29. Prueba experimental C.1

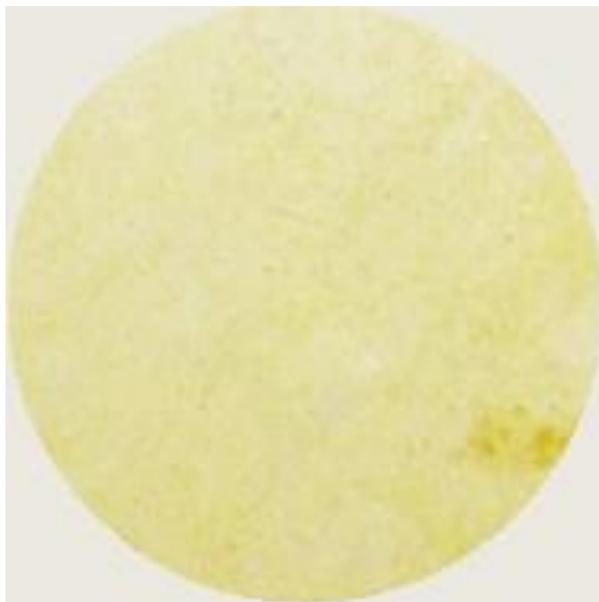


Figura 30. Prueba experimental C.2



Figura 31. Prueba experimental C.3

De acuerdo con las pruebas obtenidas, la película que obtuvo una buena flexibilidad, resistencia, textura y consistencia al tacto fue la prueba C.3, por lo tanto, se utilizó la misma cantidad de glicerol para las últimas pruebas.

D. Variación en el tamaño de partícula de la cáscara de naranja



Figura 32. Prueba experimental D.1



Figura 33. Prueba experimental D.2



Figura 34. Prueba experimental D.3

En relación con el tamaño de partícula, la película más apta para la elaboración de las películas bioplásticas fue la prueba D.3, además de presentar las mejores propiedades físicas como resistencia, flexibilidad y textura posee la mejor apariencia estéticamente hablando.

3.4 Diseño del Proceso

3.4.1 Descripción del Proceso

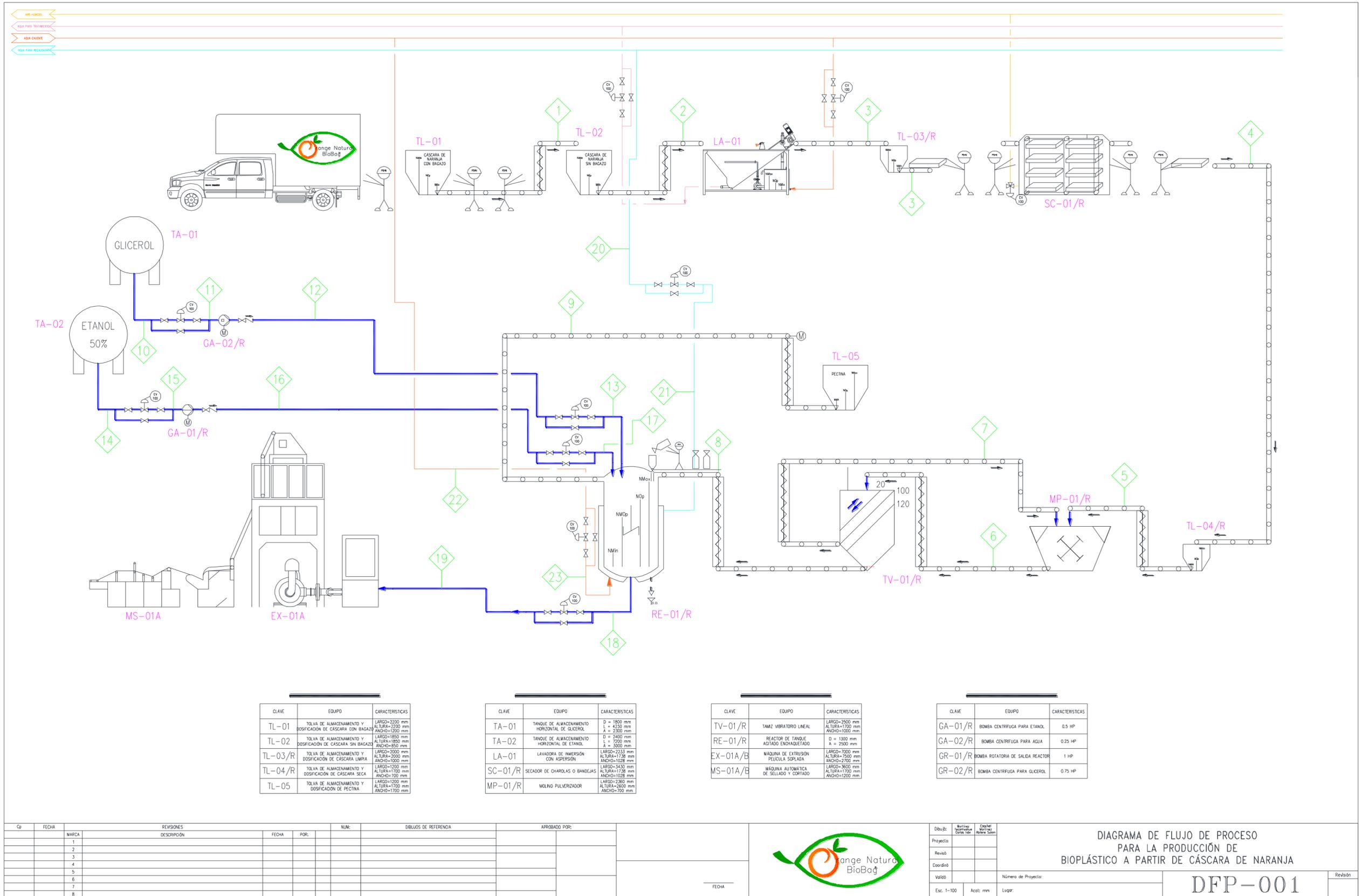
El proceso comienza con la recepción de la cáscara de naranja la cual se lleva a una primera tolva de almacenamiento, esta se transporta por medio de bandas a una segunda tolva, durante este trayecto se le retira manualmente el bagazo por cinco obreros de la planta.

La cáscara de naranja sin bagazo pasa a un proceso de lavado continuo, una lavadora de inmersión con aspersion se encarga de limpiar la materia prima de toda impureza posible para luego ser llevada a una tercera tolva de almacenamiento. Para eliminar la mayor cantidad de humedad posible y microorganismos presentes, la cáscara de naranja lavada se lleva a un secador de charolas o bandejas, dos obreros de la planta se encargan de colocar manualmente las charolas en él secador. El proceso de secado se realiza por lotes, una vez transcurrido el tiempo de secado las cáscaras de naranja secas se depositan en otra pequeña tolva.

Las cáscaras de naranja secas son transportadas a un molino de cuchillas y de este a un tamiz vibratorio lineal el cual separa las partículas de cáscara de naranja, las que no cumplan con el tamaño de partícula deseado son recirculadas al molino. Las partículas de cáscara de naranja que cumplan con el tamaño deseado ($D_p < 0.043$ mm) pasan a un reactor "batch" enchaquetado en el cual se realiza una mezcla con las demás materias primas (solución etanol 50%, pectina cítrica, glicerol y benzoato de sodio) a una temperatura de 60°C para obtener una solución completamente homogénea y llevar a cabo la reacción de polimerización. La solución de etanol y el glicerol se bombean al reactor, la pectina cítrica se lleva por bandas transportadoras mientras que el benzoato de sodio se suministra por el personal de la planta a través de pequeños costales.

Una vez llevada a cabo la reacción, la mezcla pasa a un extrusor por medio de una bomba para la obtención de las películas bioplásticas en forma de bolsas tubulares con asa, por último, se envían al departamento de cortado, impresión y empaçado para su posterior distribución.

3.4.2 Diagrama de Flujo de Proceso



3.4.3 Requerimientos de Materias Primas

Año	Consumo anual (Ton/año)				
	Cáscara de naranja	Pectina cítrica	Glicerol	Etanol (50%)	Benzoato de Sodio
2017	2,662.1709	435.5786	274.4143	5,281.3915	0.0640
2018	2,805.5857	459.0438	289.1974	5,565.9074	0.0674
2019	2,956.7266	483.7731	304.7768	5,865.7506	0.0711
2020	3,116.0095	509.8347	321.1956	6,181.7468	0.0749
2021	3,283.8733	537.3002	338.4989	6,514.7661	0.0789
2022	3,460.7802	566.2453	356.7343	6,865.7256	0.0832
2023	3,647.2172	596.7497	375.9520	7,235.5919	0.0877
2024	3,843.6979	628.8974	396.2051	7,625.3833	0.0924
2025	4,050.7632	662.7770	417.5492	8,036.1733	0.0974
2026	4,268.9835	698.4817	440.0432	8,469.0932	0.1026
2027	4,498.9596	736.1099	463.7489	8,925.3350	0.1081
2028	4,741.3248	775.7652	488.7317	9,406.1553	0.1140
2029	4,996.7466	817.5567	515.0604	9,912.8780	0.1201
2030	5,265.9288	861.5997	542.8074	10,446.8996	0.1266

Tabla 12. Requerimientos de materias primas (Fuente: elaboración propia)

3.4.4 Requerimientos de Servicios Auxiliares

Servicio auxiliar	Consumo por hora	Consumo por día	Consumo anual
Agua de calentamiento	< 582.1894 L/hr	< 13.9725 m ³ /día	< 4,334.9822 m ³ /año
Electricidad (±10%)	242.9862 Kw	5,858.1893 Kw	1,817,503.26 Kw
Aire	< 4.5 L	< 108 L	< 33,507.00 L

Tabla 13. Requerimientos de servicios auxiliares (Fuente: elaboración propia)

3.4.5 Requerimientos de Equipos de Proceso

Cantidad	Equipo de proceso	Clave	Precio unitario (MXN)
1	Tolva de almacenamiento y dosificación	TL-01	\$89,580.47
1	Tolva de almacenamiento y dosificación	TL-02	\$50,272.13
1	Tolva de almacenamiento y dosificación	TL-03	\$62,268.51
1	Tolva de almacenamiento y dosificación	TL-04	\$37,701.77
1	Tolva de almacenamiento y dosificación	TL-05	\$30,237.18
1	Tanque de almacenamiento horizontal	TA-01	\$133,563.45
1	Tanque de almacenamiento horizontal	TA-02	\$239,090.27
1	Lavadora de inmersión con aspersion	LA-01	\$45,062.84
2	Secador de charolas o bandejas	SC-01	\$76,840.30
2	Molino Pulverizador	MP-01	\$121,550.00
2	Tamiz vibratorio lineal	TV-01	\$14,296.34
2	Reactor de tanque agitado enchaquetado	RE-01	\$175,750.00
2	Máquina de extrusión de película soplada	EX-01	\$277,500.00
2	Máquina automática de sellado y cortado	MS-01	\$129,500.00

Tabla 14. Requerimientos de equipos de proceso (Fuente: elaboración propia)

3.4.6 Diseño y Seleccionamiento de Equipos de Servicios Auxiliares

3.4.6.1 Sistema de Calentamiento de Agua

Este sistema de calentamiento consta de un tanque de almacenamiento horizontal con boquilla lateral y una resistencia tubular de inmersión, es ideal para el calentamiento de agua como servicio auxiliar ya que implica un ahorro de energía y costos.

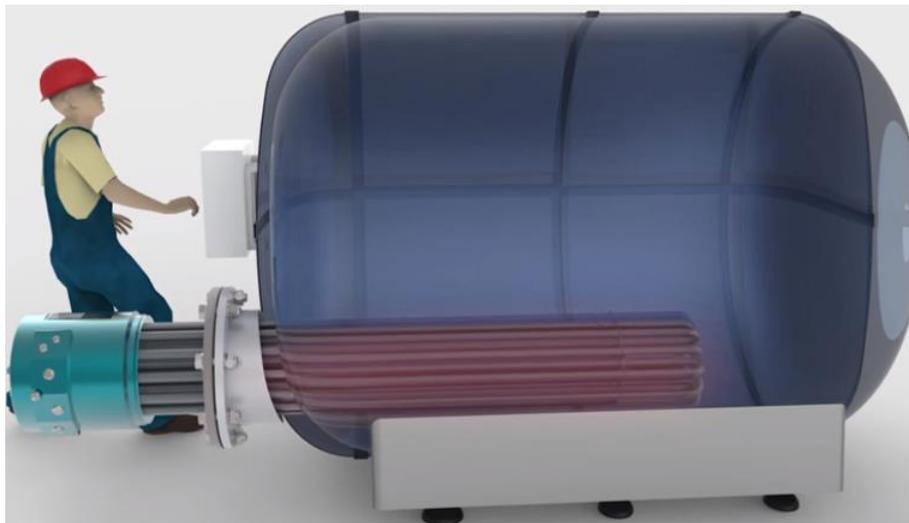


Figura 36. Sistema de calentamiento para agua (Fuente: Resistencias TOPE)

Tanque de almacenamiento para agua



Figura 37. Tanque de almacenamiento para agua (Fuente: Tesla process equipments)

Función

Utilizado para almacenar agua caliente, este tanque cuenta con una boquilla lateral que permite la entrada de la resistencia de inmersión para el calentamiento del agua. Posteriormente alimenta a la camisa o chaqueta del reactor.

Descripción

Tanque de almacenamiento de acero inoxidable consta de un cuerpo cilíndrico horizontal construido de una sola capa, su diseño permite una fácil y rápida limpieza del equipo.

Especificaciones técnicas

- Volumen nominal de 1 m³
- Diseño de tapas toriesfericas
- Productos de limpieza CIP
- Cubierta de aireación sanitaria
- Medidor de nivel y controlador de nivel
- Material de acero inoxidable 304

Dimensiones aproximadas

- Diámetro nominal: 1.1 m
- Longitud: 1.68 m
- Altura: 1.4 m
- Diámetro de boca entrada: 0.3 m
- Diámetro de boca lateral: 0.3 m
- Diámetro de salida: 50.8 mm

Resistencia Tubular de Inmersión

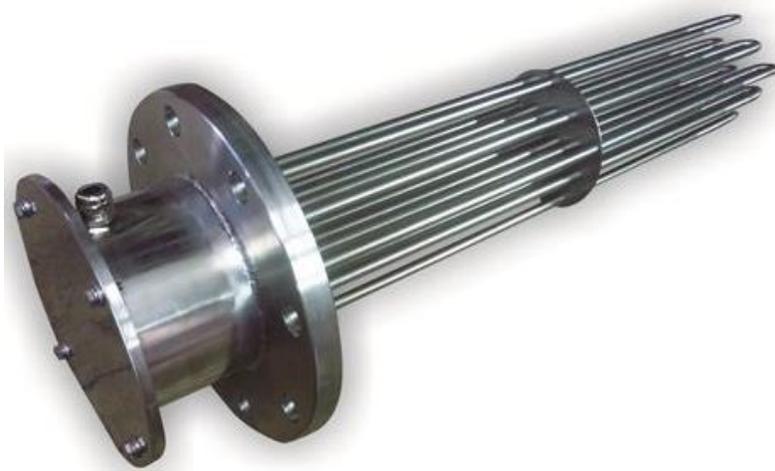


Figura 38. Resistencia tubular de inmersión (Fuente: Resistencias TOPE)

Función

Utilizada para calentar el agua dentro del tanque de almacenamiento.

Descripción

Este tipo de resistencias están compuestas por elementos tubulares montados en bridas, roscas o placas, ampliamente utilizadas en procesos industriales como el calentamiento de agua, aceites y líquidos corrosivos entre otros.

Disponibles con o sin termostato para control de la temperatura.

Especificaciones técnicas

- Material: Acero Inoxidable
- Voltaje: 120 V
- Energía: 18 Kw
- Presión de trabajo: >0.09 Mpa

Dimensiones aproximadas

- Diámetro de brida: 0.3 m
- Longitud: 1 m

3.4.6.2 Compresor de Aire



Figura 39. Compresor de aire para válvulas de control (Fuente: Evans M.L)

Función

Utilizado para el accionamiento de las válvulas de control,

Descripción

El compresor cuenta con válvula de drenado. Válvula de desfogue y manómetros para tener mejor control sobre el equipo y la salida de aire.

Especificaciones técnicas

- Capacidad: 108 L
- Potencia del motor: 1.5 HP
- Velocidad del motor: 1750 rpm
- Voltaje 110/220 V
- Número de cabezas: 1
- Número de etapas: 1

- Número de cilindros/pistones: 2
- Capacidad de aceite 0.3 L
- Presión máxima: 0.86 MPa
- Peso: 85 Kg
- Ciclo de trabajo: 70% Trabajo – 30% Descanso

Dimensiones aproximadas

- Longitud: 1.04 m
- Ancho: 0.51 m
- Altura: 0.86 m

3.4.6.3 Requerimientos de Equipos de Servicios Auxiliares

Cantidad	Equipo	Clave	Precio unitario (MXN)
1	Tanque de almacenamiento de agua horizontal	TA-03	\$39,417.37
1	Resistencia tubular de inmersión	RT-01	\$15,000.00
1	Compresor de aire	CA-01	\$9,390.00

Tabla 15. Requerimientos de equipos de servicios auxiliares (Fuente: Elaboración propia)

3.4.7 Diagrama de Tuberías e Instrumentación de Proceso

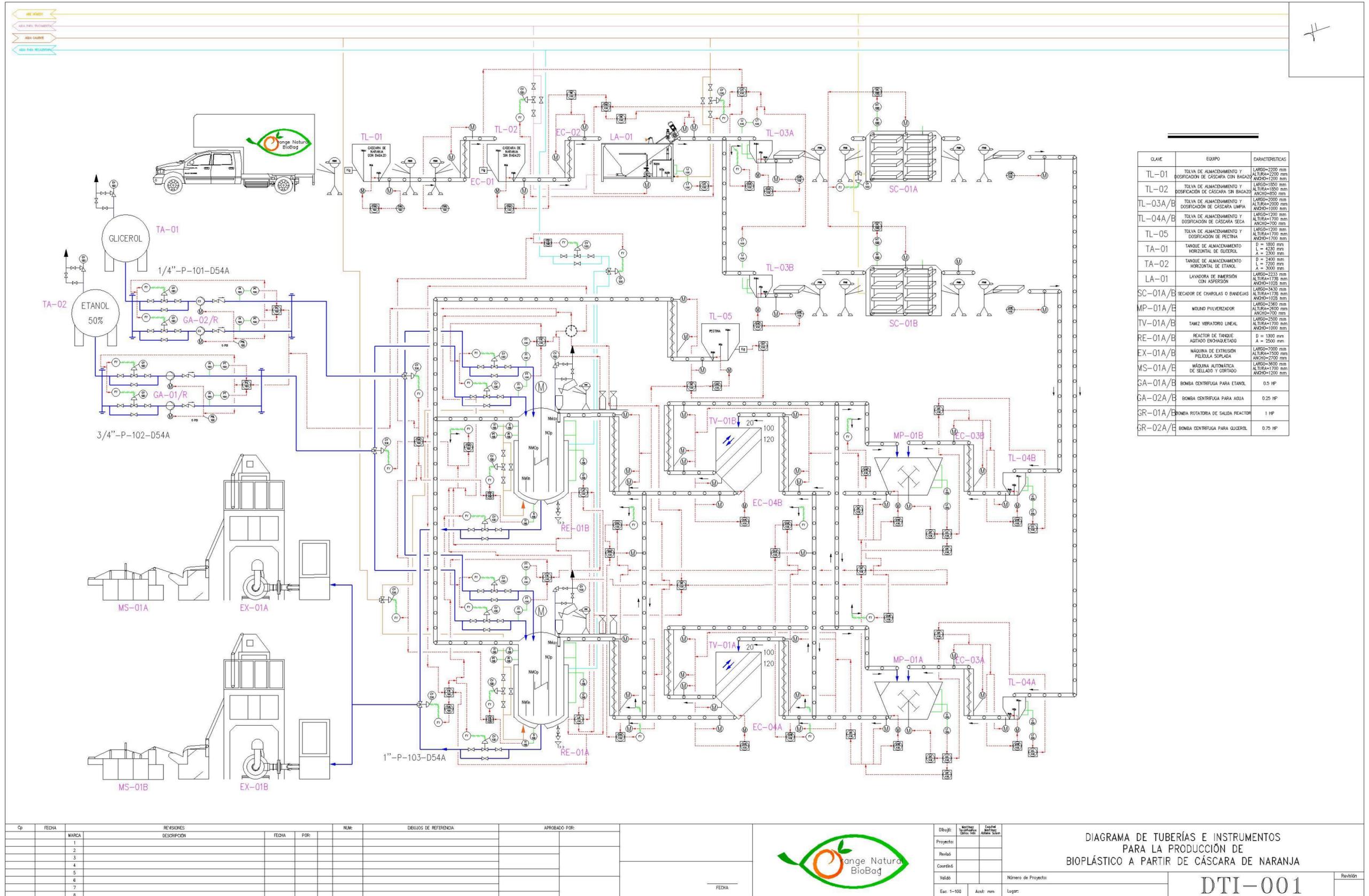


Figura 40. Diagrama de tuberías e instrumentación de proceso

3.4.8 Diagrama de Tuberías e Instrumentación de Servicios Auxiliares

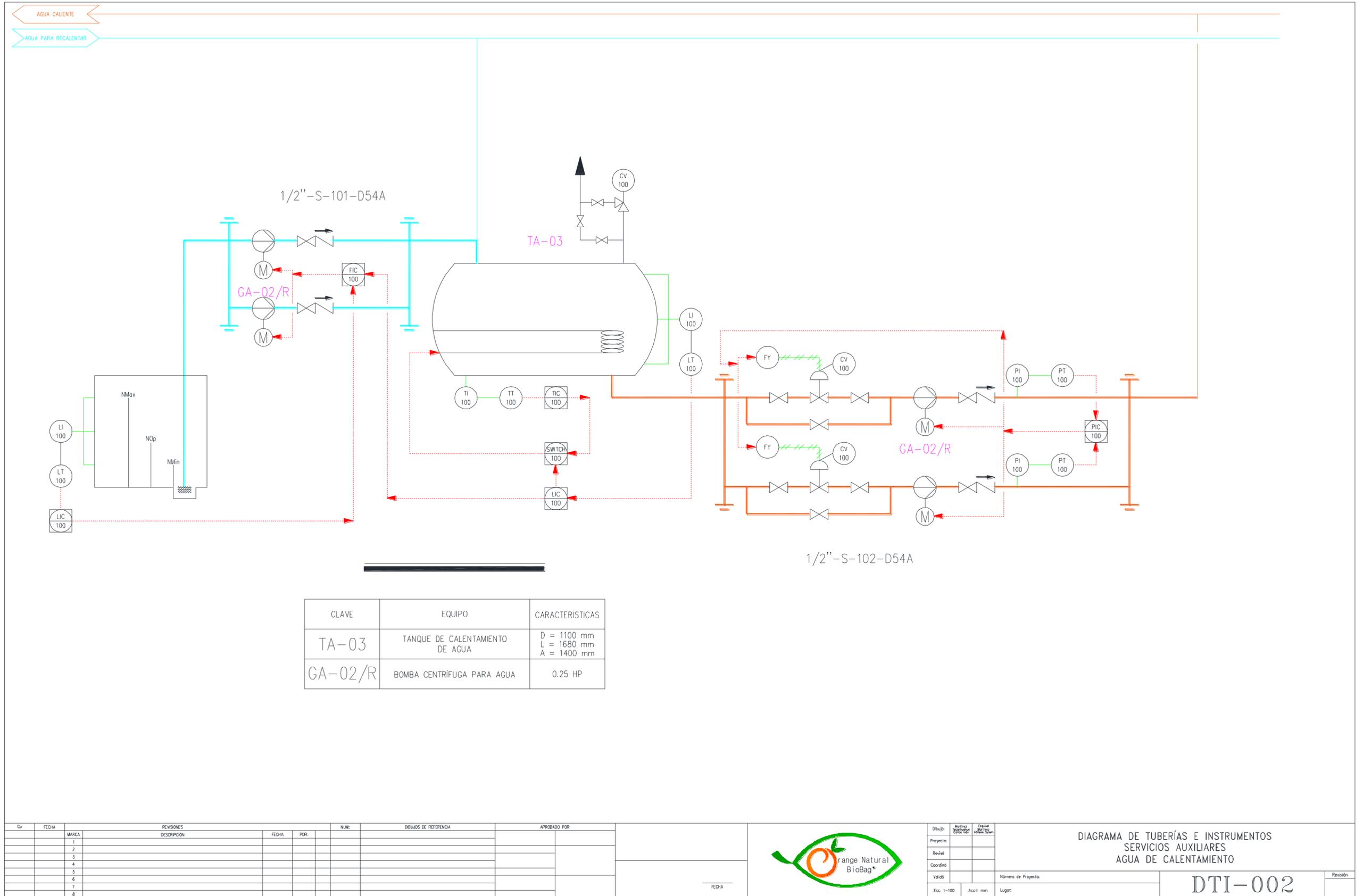


Figura 41. Diagrama de tuberías e instrumentación de servicios auxiliares

3.4.12 Plano de Localización General

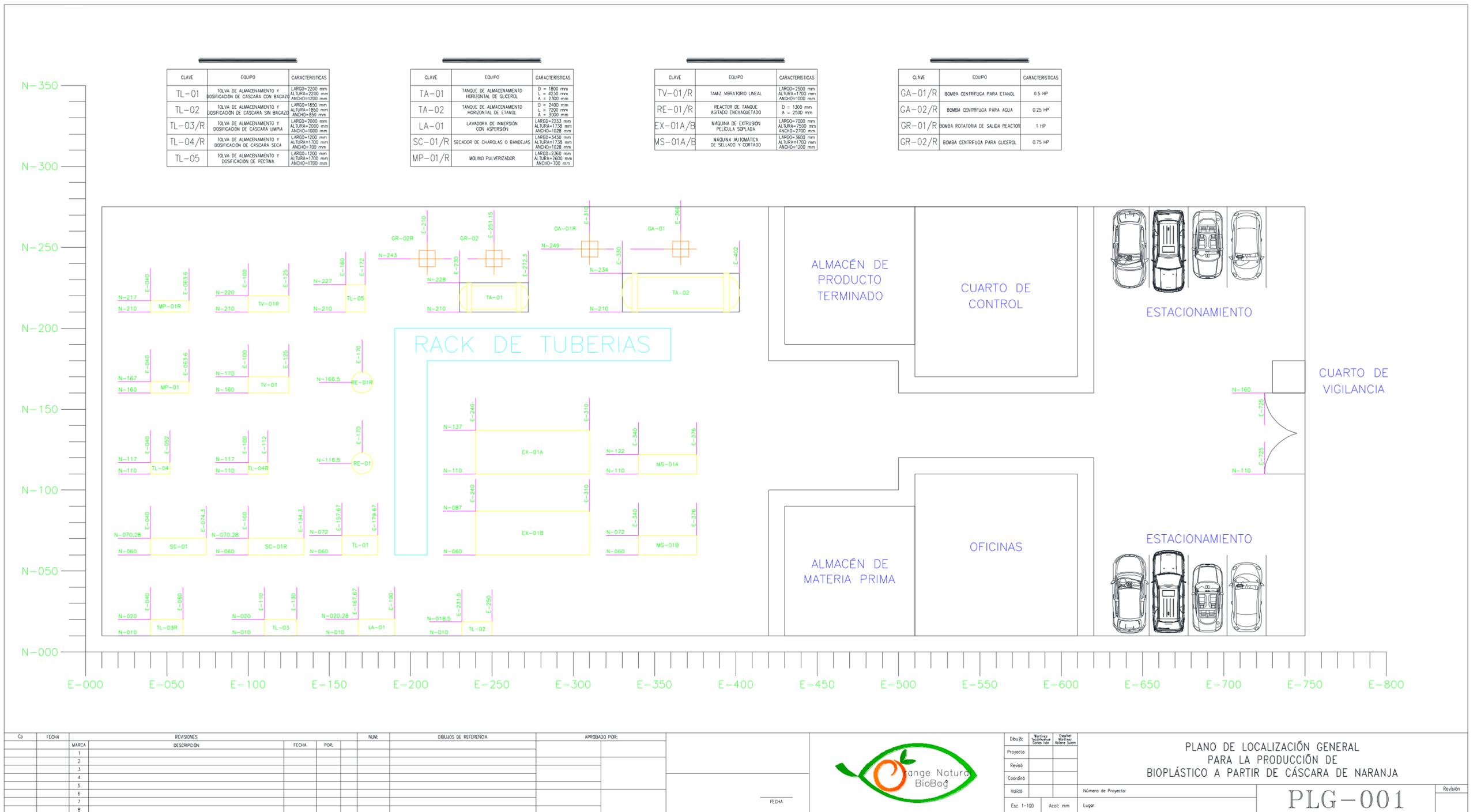


Figura 42. Plano de Localización General

3.5 Requerimientos de Construcción

Cantidad	Unidad	Material	Precio unitario (MXN)
3	Ton	Varilla acero 3/8"	\$15,000.00
2		Varilla acero 1/2"	\$15,000.00
100	Kg	Alambrón 1/8"	\$19.00
500		Alambre recocido	\$18.00
10	Ton	Cemento	\$3,500.00
15		Mortero	\$2,800.00
18	m ³	Grava Ligera	\$250.00
18		Arena Ligera	\$218.00
12		Grava Pesada	\$184.00
12		Arena Pesada	\$234.00
10	Kg	Clavos 2 1/2"	\$30.00
8		Clavos para concreto 2 1/2"	\$50.00
5	Millar	Block ligero 20x40	\$7,000.00
10	Pzas	Panel Tablaroca 1/2" 4x8	\$138.00
2		Perfacinta 1 1/2"	\$30.00
2	Cubeta	Redimix (28 Kg)	\$354.00
1	Pza	Portón acero calibre 16, 6m x 3m	\$12,000.00
5	Cubeta	Pintura vinílica (19L)	\$1,000.00
		Total	\$231,188.00

Tabla 16. Requerimientos de construcción (Fuente: Elaboración propia)

3.6 Requerimientos de Personal

Puesto	Personal por turno	Turnos laborables	Personal Total	Salario mensual aproximado (MXN)
Gerente general	1	1	1	\$ 17,000.00
Jefe de producción	1	1	1	\$ 13,000.00
Supervisor de Producción	1	3	3	\$ 10,000.00
Técnico en mantenimiento	1	2	2	\$ 7,200.00
Agente de ventas	1	1	1	\$ 7,491.00
Contador	1	1	1	\$ 8,400.00
Gerente de recursos humanos	1	1	1	\$ 8,400.00
Secretaria	1	1	1	\$ 5,525.00
Chofer	2	2	4	\$ 6,083.00
Guardia de seguridad	1	3	3	\$ 5,539.00
Personal de limpieza	1	2	2	\$ 3,860.00
Obrero	10	3	30	\$ 4,444.00
Total				

Tabla 17. Requerimientos de personal (Fuente: Indeed, Media Salarial en México)

3.6.1 Organigrama

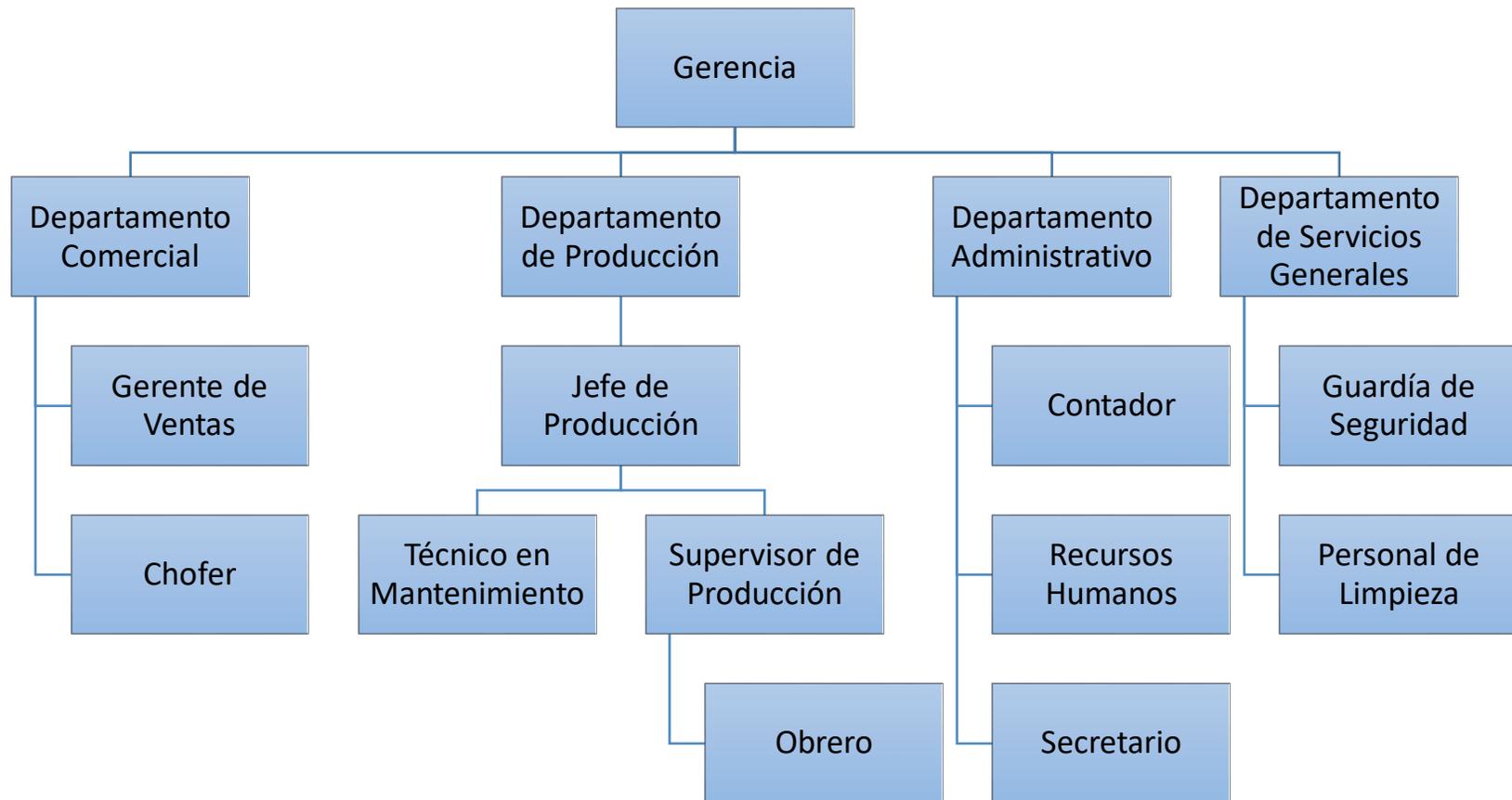


Figura 43. Organigrama sugerido (Fuente: Elaboración propia)

Capítulo 4.- Estudio Financiero



4.1 Inversión Total

La inversión es todo desembolso de recursos financieros para adquirir bienes de producción (bienes de equipo) y que la empresa utiliza durante varios ciclos económicos para cumplir sus objetivos [36].

La inversión total del proyecto se estima en \$101,546,859.14 y se calculó de acuerdo con la ecuación:

$$\text{Inversión total} = \text{Activos fijos} + \text{Activos diferidos} + \text{Capital de trabajo}$$

A continuación, se desglosa cada uno de estos elementos que forman parte de la inversión total.

4.1.1 Activos Fijos

Es el valor de todos aquellos bienes propiedad de la empresa cuya vida útil es superior a un año que tienen la capacidad de proporcionar las condiciones necesarias para la generación de bienes y servicios [37].

Activos Fijos	Costo (MXN)
Terreno	\$3,000,000.00
Área total de proceso y servicios auxiliares	\$2,342,457.27
Oficina	\$45,800.00
Almacén	\$6,700.00
Transporte	\$750,000.00
Mantenimiento y asistencia técnica	\$10,005.00
Seguridad Industrial	\$28,050.00
Total	\$6,183,012.27

Tabla 18. Activos fijos totales (Fuente: Elaboración propia)

Área de proceso y servicios auxiliares

Cantidad	Equipo de proceso	Clave	Precio unitario (MXN)	Precio total (MXN)
1	Tolva de almacenamiento y dosificación	TL-01	\$89,580.47	\$89,580.47
1		TL-02	\$50,272.13	\$50,272.13
1		TL-03	\$62,268.51	\$62,268.51
1		TL-04	\$37,701.77	\$37,701.77
1		TL-05	\$30,237.18	\$30,237.18
1	Tanque de almacenamiento horizontal	TA-01	\$133,563.45	\$133,563.45
1		TA-02	\$239,090.27	\$239,090.27
1	Lavadora de inmersión con aspersión	LA-01	\$45,062.84	\$45,062.84
2	Secador de charolas	SC-01	\$76,840.30	\$153,680.60
2	Molino Pulverizador	MP-01	\$121,550.00	\$243,100.00
2	Tamiz vibratorio lineal	TV-01	\$14,296.34	\$28,592.68
2	Reactor de tanque agitado enchaquetado	RE-01	\$175,750.00	\$351,500.00
2	Máquina de extrusión de película soplada	EX-01	\$277,500.00	\$555,000.00
2	Máquina automática de sellado y cortado	MS-01	\$129,500.00	\$259,000.00
			Subtotal	\$2,278,649.90

Tabla 19. Activos fijos (equipo de proceso) (Fuente: Elaboración propia)

Cantidad	Equipo de servicios auxiliares	Clave	Precio unitario (MXN)	Precio total (MXN)
1	Tanque de almacenamiento horizontal	TA-03	\$39,417.37	\$39,417.37
1	Resistencia tubular de inmersión	RT-01	\$15,000.00	\$15,000.00
1	Compresor de aire	CA-01	\$9,390.00	\$9,390.00
			Subtotal	63,807.37

Tabla 20. Activos fijos (equipo de servicios auxiliares) (Fuente: Elaboración propia)

Área de almacenes

Cantidad	Equipo	Precio unitario (MXN)	Precio total (MXN)
4	Anaqueles metálicos	\$800.00	\$3,200.00
10	Caja de almacenamiento	\$350.00	\$3,500.00
		Subtotal	\$6,700.00

Tabla 21. Activo fijos (almacenes) (Fuente: Elaboración propia)

Área de oficina

Cantidad	Equipo de oficina	Precio unitario (MXN)	Precio total (MXN)
5	Escritorio	\$1,200.00	\$6,000.00
5	Computadora	\$5,000.00	\$25,000.00
3	Impresora	\$1,300.00	\$3,900.00
10	Sillas	\$700.00	\$7,000.00
3	Teléfono	\$300.00	\$900.00
2	Archivero	\$1,500.00	\$3,000.00
		Subtotal	\$45,800.00

Tabla 22. Activos fijos (oficina) (Fuente: Elaboración propia)

Área de mantenimiento y asistencia técnica

Cantidad	Herramienta	Precio unitario (MXN)	Precio total (MXN)
3	Martillos	\$85.00	\$255.00
2	Taladros	\$600.00	\$1,200.00
3	Juego de pinzas	\$350.00	\$1,050.00
3	Juego de desarmadores	\$250.00	\$750.00
3	Juego de llaves	\$550.00	\$1,650.00
2	Llave de cruz	\$200.00	\$400.00
2	Cinta métrica	\$150.00	\$300.00
2	Segueta	\$550.00	\$1,100.00
2	Nivel	\$350.00	\$700.00
2	Gato hidráulico	\$800.00	\$1,600.00
2	Lampara	\$200.00	\$400.00
3	Tijeras industriales	\$200.00	\$600.00
		Subtotal	\$10,005.00

Tabla 23. Activos fijos (mantenimiento y asistencia técnica) (Fuente: Elaboración propia)

Área de transporte

Cantidad	Equipo	Precio unitario (MXN)	Precio total (MXN)
4	Carrito de carga con plataforma industrial	\$5,000.00	\$20,000.00
2	Camioneta de carga	\$365,000.00	\$730,000.00
		Subtotal	\$750,000.00

Tabla 24. Activos fijos (transporte) (Fuente: Elaboración propia)

Área de seguridad industrial

Cantidad	Equipo o material	Precio unitario (MXN)	Precio total (MXN)
6	Extintor	\$1,200.00	\$7,200.00
15	Casco	\$150.00	\$2,250.00
15	Lentes	\$100.00	\$1,500.00
15	Botas	\$400.00	\$6,000.00
15	Guantes	\$100.00	\$1,500.00
15	Fajas	\$130.00	\$1,950.00
15	Impermeables	\$210.00	\$3,150.00
3	Botiquín de Primeros Auxilios	\$1,500.00	\$4,500.00
		Subtotal	\$28,050.00

Tabla 25. Activos fijos (seguridad industrial) (Fuente: Elaboración propia)

4.1.2 Activos Diferidos

Son las propiedades de las empresas pagadas por anticipado, que abarcan varios periodos contables que tienen la característica de ser amortizables [38].

Los activos diferidos se dividen en la construcción e instalación de la planta, pruebas de arranque, gastos administrativos y de ingeniería, entre otros.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA
PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE CÁSCARA DE NARANJA

Concepto	Costo (MXN)
Material de construcción	\$406,188.00
Mano de obra total	\$234,062.00
Pruebas de arranque	\$26,033.19
Administrativos	\$104,581.34
Gastos de ingeniería	\$60,000.00
Otras áreas	\$4,293.00
Total	\$406,188.00

Tabla 26. Activos diferidos totales (Fuente: Elaboración propia)

Material de construcción

Cantidad	Unidad	Material	Precio unitario (MXN)	Precio total (MXN)
3	Ton	Varilla acero 3/8"	\$15,000.00	\$45,000.00
2		Varilla acero 1/2"	\$15,000.00	\$30,000.00
100	Kg	Alambrón 1/8"	\$19.00	\$1,900.00
500		Alambre recocido	\$18.00	\$9,000.00
10	Ton	Cemento	\$3,500.00	\$35,000.00
15		Mortero	\$2,800.00	\$42,000.00
18	m ³	Grava Ligera	\$250.00	\$4,500.00
18		Arena Ligera	\$218.00	\$3,924.00
12		Grava Pesada	\$184.00	\$2,208.00
12		Arena Pesada	\$234.00	\$2,808.00
10	Kg	Clavos 2 1/2"	\$30.00	\$300.00
8		Clavos para concreto 2 1/2"	\$50.00	\$400.00
30	Millar	Block ligero 20x40	\$7,000.00	\$210,000.00
10	Pzas	Panel Tablaroca 1/2" 4x8	\$138.00	\$1,380.00
2		Perfacinta 1 1/2"	\$30.00	\$60.00
2	Cubeta	Redimix (28 Kg)	\$354.00	\$708.00
1	Pza	Portón acero calibre 16, 6m x 3m	\$12,000.00	\$12,000.00
5	Cubeta	Pintura vinílica (19L)	\$1,000.00	\$5,000.00
			Subtotal	\$406,188.00

Tabla 27. Activos diferidos (material de construcción) (Fuente: Elaboración propia)

Mano de obra

Clave	Tipo de Trabajador	Costo por hora (MXN/hr)
A	Albañil Líder	\$62.00
B	Albañil Oficial	\$50.00
C	Ayudante de Albañil	\$37.50
D	Plomero	\$50.00
E	Ayudante de Plomero	\$36.00
F	Electricista	\$50.00
G	Ayudante de Electricista	\$36.00

Tabla 28. Tipos de trabajadores (Fuente: Elaboración propia)

Actividad	Mano de Obra			Tipo de trabajador						
	Tiempo estimado (hr)	Costo por hora (MXN/hr)	Costo total (MXN)	A	B	C	D	E	F	G
Limpieza y nivelado de terreno	24	\$250.00	\$6,000.00	0	2	4	0	0	0	0
Cercamiento de terreno	40	\$250.00	\$10,000.00	0	2	4	0	0	0	0
Excavación y armado de estructuras de cimientos	60	\$312.00	\$18,720.00	1	2	4	0	0	0	0
Instalación de ductos subterráneos de drenaje y registros	40	\$172.00	\$6,880.00	0	0	0	2	2	0	0
Cimbrado, colado y descimbrado de cimientos	60	\$274.50	\$16,470.00	1	2	3	0	0	0	0
Excavación de cisterna	18	\$185.50	\$3,339.00	1	0	1	1	1	0	0
Armado de muros de tabique de cisterna	18	\$185.50	\$3,339.00	1	0	1	1	1	0	0

Tabla 29. Activos diferidos (mano de obra) (Fuente: Elaboración propia)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR
DE CÁSCARA DE NARANJA

Mano de Obra				Tipo de trabajador						
Actividad	Tiempo estimado (hr)	Costo por hora (MXN/hr)	Costo total (MXN)	A	B	C	D	E	F	G
Armado, cimbrado, colado y descimbrado de paredes de cisterna	18	\$185.50	\$3,339.00	1	0	1	1	1	0	0
Aplanado de paredes de cisterna e instalación de plomería y bomba	18	\$185.50	\$3,339.00	1	0	1	1	1	0	0
Armado de muros de tabique	64	\$187.00	\$11,968.00	1	1	2	0	0	0	0
Armado, cimbrado, colado y descimbrado de cinturones	64	\$175.00	\$11,200.00	0	2	2	0	0	0	0
Armado, cimbrado, colado y descimbrado de columnas	64	\$187.00	\$11,968.00	1	1	2	0	0	0	0
Armado, cimbrado, colado y descimbrado de trabes	64	\$187.00	\$11,968.00	1	1	2	0	0	0	0
Armado, cimbrado, colado y descimbrado de losas	112	\$222.00	\$24,864.00	0	0	0	2	2	1	0
Instalación de plomería y conductos de drenaje	80	\$172.00	\$13,760.00	0	0	0	2	2	0	0
Instalación eléctrica de iluminación y contactos comunes	80	\$172.00	\$13,760.00	0	0	0	0	0	2	2
Firmes	80	\$175.00	\$14,000.00	0	2	2	0	0	0	0
Aplanado de muros y techos	72	\$187.00	\$13,464.00	1	1	2	0	0	0	0
Acabados de muros en oficinas, cuarto de control y vigilancia	72	\$99.50	\$7,164.00	1	0	1	0	0	0	0
Instalación hidrosanitaria y de plomería para servicio	64	\$172.00	\$11,008.00	0	0	0	2	2	0	0
Acabado de muros de tablaroca	72	\$99.50	\$7,164.00	1	0	1	0	0	0	0
Indicar señalamientos de seguridad	40	\$99.50	\$3,980.00	1	0	1	0	0	0	0
Arreglo de jardín y velación para colocar pasto, jardineras, tomas de agua, etc.	64	\$99.50	\$6,368.00	1	0	1	0	0	0	0
		Total	\$234,062.00							

Tabla 30. Continuación activos diferidos (mano de obra) (Fuente: Elaboración propia)

Pruebas de arranque

Concepto	Costo total (MXN)
Materias primas	\$22,017.10
Mano de obra	\$3,555.33
Consumo energético	\$460.76
Subtotal	\$26,033.19

Tabla 31. Activos diferidos (pruebas de arranque) (Fuente: Elaboración propia)

Gastos administrativos

Concepto	Costo total (MXN)
Licencias (construcción y operación)	\$86,730.30
Registro de marca	\$2,851.04
Otros impuestos	\$15,000.00
Subtotal	\$104,581.34

Tabla 32. Activos diferidos (gastos administrativos) (Fuente: Elaboración propia)

Gastos de ingeniería

Concepto	Costo total (MXN)
Ingeniería básica	\$30,000.00
Ingeniería de detalle	\$30,000.00
Subtotal	\$60,000.00

Tabla 33. Activos diferidos (gastos de ingeniería) (Fuente: Elaboración propia)

Gastos de otras áreas

Concepto	Costo total (MXN)
Material de oficina	\$443.00
Material de empaque y embalaje	\$3,850.00
Subtotal	\$4,293.00

Tabla 34. Activos diferidos (gastos de otras áreas) (Fuente: Elaboración propia)

4.1.3 Capital de Trabajo

El capital de trabajo es un concepto financiero que tiene que ver con los recursos con los que cuenta una empresa para llevar a cabo su funcionamiento inicial y permanente del negocio. Por su naturaleza, el capital de trabajo es de corto plazo [39]. El capital de trabajo está compuesto por los costos de materia prima, servicios auxiliares y mano de obra directa e indirecta.

Concepto	Costo (MXN)
Materia prima	\$91,344,143.53
Servicios auxiliares (Agua de servicios, Electricidad)	\$2,450,211.34
Mano de obra	\$1,163,304.00
Total	\$94,957,658.87

Tabla 35. Capital de trabajo total (Fuente: Elaboración propia)

Materia prima

Materia prima	Consumo anual (Ton/año)	Costo por tonelada (MXN)	Costo total (MXN)
Cáscara de naranja	2,662.1709	\$0.00	\$0.00
Pectina cítrica	435.5786	\$54,000.00	\$23,521,242.69
Glicerol	274.4142985	\$16,200.00	\$4,445,511.64
Etanol 50%	5,281.3915	\$12,000.00	\$63,376,698.08
Benzoato de Sodio	0.063993063	\$10,800.00	\$691.13
		Subtotal	\$91,344,143.53

Tabla 36. Capital de trabajo (materia prima) (Fuente: Elaboración propia)

Servicios auxiliares

Servicio	Consumo anual	Costo por unidad (MXN)	Costo anual total (MXN)
Agua de servicios (m ³)	2,950.52	\$56.06	\$168,518.67
Electricidad (Kw)	953,088.00	\$2.39	\$2,281,692.67
		Subtotal	\$2,450,211.34

Tabla 37. Capital de trabajo (servicios auxiliares) (Fuente: Elaboración propia)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE CÁSCARA DE NARANJA

Consumo energético

Equipo de proceso y transporte	Clave	Consumo energético (Kw/hr)	Consumo energético anual (Kw/año)	Costo Kw/hr (MXN)	Costo anual (MXN)
Tolva de almacenamiento y dosificación	TL-01	12	89,352.00	\$28.73	\$213,908.69
Tolva de almacenamiento y dosificación	TL-03	10	74,460.00	\$23.94	\$178,257.24
Tolva de almacenamiento y dosificación	TL-02	8	59,568.00	\$19.15	\$142,605.79
Tolva de almacenamiento y dosificación	TL-04	6	44,676.00	\$14.36	\$106,954.34
Tolva de almacenamiento y dosificación	TL-05	6	44,676.00	\$14.36	\$106,954.34
Lavadora de inmersión con aspersion	LA-01	5	37,230.00	\$11.97	\$89,128.62
Secador de charolas o bandejas	SC-01	7.5	55,845.00	\$17.96	\$133,692.93
Molino Pulverizador	MP-01	7	52,122.00	\$16.76	\$124,780.07
Tamiz vibratorio lineal	TV-01	2	14,892.00	\$4.79	\$35,651.45
Reactor de tanque agitado encaquetado	RE-01	1.5	11,169.00	\$3.59	\$26,738.59
Máquina de extrusión de película soplada	EX-01	30	223,380.00	\$71.82	\$534,771.72
Máquina automática de sellado y cortado	MS-01	12	89,352.00	\$28.73	\$213,908.69
Resistencia tubular de inmersión	RT-01	18	134,028.00	\$43.09	\$320,863.03
Compresor de aire	CA-01	3	22,338.00	\$7.18	\$53,477.17
				Subtotal	\$2,281,692.67

Tabla 38. Consumo energético en oficina y otras áreas

Mano de obra

Cantidad	Personal	Sueldo mensual (MXN)	Valor de ISR (MXN)	Cuota IMSS (1.305%) (MXN)	Aguinaldo (MXN)	Salario anual (MXN)
1	Gerente general	\$17,000.00	\$2,522.09	\$192.19	\$8,500.00	\$204,000.00
1	Jefe de producción	\$13,000.00	\$1,667.69	\$146.97	\$6,500.00	\$156,000.00
3	Supervisor de producción	\$10,000.00	\$1,037.16	\$113.05	\$5,000.00	\$120,000.00
2	Técnico en mantenimiento	\$7,200.00	\$354.89	\$81.40	\$3,600.00	\$86,400.00
1	Agente de ventas	\$7,491.00	\$608.89	\$84.69	\$3,745.50	\$89,892.00
1	Contador	\$8,400.00	\$754.33	\$94.96	\$4,200.00	\$100,800.00
1	Gerente de recursos humanos	\$8,400.00	\$754.33	\$94.96	\$4,200.00	\$100,800.00
1	Secretario	\$5,525.00	\$95.63	\$62.46	\$2,762.50	\$66,300.00
4	Chofer	\$6,083.00	\$156.34	\$68.77	\$3,041.50	\$72,996.00
3	Guardia de seguridad	\$5,539.00	\$97.15	\$62.62	\$2,769.50	\$66,468.00
2	Personal de limpieza	\$3,860.00	\$382.46	\$43.64	\$1,930.00	\$46,320.00
30	Obrero	\$4,444.00	\$272.64	\$50.24	\$2,222.00	\$53,328.00
					Suma	\$1,163,304.00

Tabla 39. Capital de trabajo (mano de obra de operación) (Fuente: Indeed, media salarial en México)

4.2 Estructura Financiera

La estructura financiera es la mezcla de las fuentes de financiamiento que las empresas utilizan para suministrarse recursos, existen dos tipos de recursos que se registran en el lado derecho del balance de las empresas, por una parte las deudas (también denominado apalancamiento) y son los recursos provenientes de los acreedores que se consideran externos y por otra parte los recursos provenientes de los socios que se registran en el capital contable considerados recursos internos [40].

La estructura financiera para cubrir la inversión total está conformada por un capital social del 80% y un financiamiento del 20% por parte del banco.

Socios	Porcentaje (%)	Inversión (MXN)
Socio 1	20	\$20,309,371.83
Socio 2	20	\$20,309,371.83
Socio 3	20	\$20,309,371.83
Socio 4	20	\$20,309,371.83
Socio 5	20	\$20,309,371.83
	Total	\$101,546,859.14

Tabla 40. Estructura financiera (Fuente: Elaboración propia)

Financiamiento	
Institución	Santander
Tipo de Crédito	Crédito Simple
Monto	\$20,309,372
Plazo	5 años
Tasa de interes anual promedio	16.00%
Periodo de capitalización	Mensual

Tabla 41. Financiamiento (Fuente: Santander, Crédito simple PyME).

4.3 Presupuesto de Ingresos

Los ingresos de una empresa son las entradas económicas recibidas al vender un producto o servicio.

En la tabla 64, se presenta una tabla con los ingresos estimados hasta el año 2030 basándose en la proyección de la producción por demanda aparente y una variación del precio del producto con una premisa de cálculo del 5%.

Año	Producción Anual (Ton/Año)	Precio del producto por Kg (MXN)	Ingreso Anual (MXN)
2017	1088.946746	\$200.00	\$217,789,349.23
2018	1147.609826	\$210.00	\$240,998,063.39
2019	1209.433167	\$220.50	\$266,680,013.34
2020	1274.587018	\$231.53	\$295,098,759.37
2021	1343.250798	\$243.10	\$326,545,948.04
2022	1415.613591	\$255.26	\$361,344,305.24
2023	1491.874669	\$268.02	\$399,850,948.13
2024	1572.244038	\$281.42	\$442,461,050.02
2025	1656.943016	\$295.49	\$489,611,895.90
2026	1746.204847	\$310.27	\$541,787,369.96
2027	1840.275337	\$325.78	\$599,522,921.54
2028	1939.413535	\$342.07	\$663,411,060.10
2029	2043.892446	\$359.17	\$734,107,435.85
2030	2153.999782	\$377.13	\$812,337,568.33

Tabla 42. Ingresos estimados (Fuente: Elaboración propia)

4.4 Presupuesto de Egresos

En el presupuesto de egresos se incluyen todos los conceptos de gastos y costos que representen una disminución de los recursos financieros de la empresa. En su gran mayoría, constituyen el pago de productos o servicios que la empresa recibe del exterior y que son necesarios para su operación y, fundamentalmente, para poder generar las ventas.

Año	Egresos (MXN)
2017	\$101,546,859.14
2018	\$114,707,168.84
2019	\$131,764,829.20
2020	\$151,517,963.23
2021	\$174,394,790.44
2022	\$197,135,000.84
2023	\$226,896,571.77
2024	\$262,451,217.77
2025	\$303,641,293.11
2026	\$351,362,936.45
2027	\$406,654,936.25
2028	\$470,721,445.45
2029	\$544,958,313.62
2030	\$630,983,675.56

Tabla 43. Egresos estimados (Fuente: Elaboración propia)

4.4.1 Costos fijos

Los costos fijos son aquellos que permanecen constantes por un periodo determinado y son independientes de los niveles de producción de una empresa.

Concepto	Costo anual (MXN)
Depreciación	\$396,106.23
Amortización	\$4,711,774.26
Mantenimiento preventivo	\$48,000.00
Pago de servicio telefónico/internet	\$4,668.00
Subtotal	\$5,160,548.49

Tabla 44. Costos fijos (Fuente: Elaboración propia)

Depreciación

La depreciación se considera como la pérdida de valor de los activos fijos después de un tiempo determinado, esta puede ser calculada dividiendo el costo del activo fijo entre su vida útil.

Activo Fijo	Costo (MXN)	Tiempo de vida media (Años)	Depreciación (MXN)
Equipo de proceso	\$2,278,649.90	10	\$227,864.99
Equipo de servicios auxiliares	\$63,807.37	10	\$6,380.74
Equipo de oficina	\$45,800.00	10	\$4,580.00
Equipo de almacenes	\$6,700.00	10	\$670.00
Equipo de transporte	\$750,000.00	5	\$150,000.00
Equipo de mantenimiento	\$10,005.00	10	\$1,000.50
Equipo de seguridad industrial	\$28,050.00	5	\$5,610.00
Terreno	\$3,000,000.00	0	\$0.00
		Total	\$396,106.23

Tabla 45. Depreciación (Fuente: Diario Oficial de la Federación, parámetros de estimación de vida útil)

Amortización

Es el conjunto de montos distribuidos en el tiempo aplicados al pago de una deuda [38].

La amortización de este proyecto está calculada para un periodo de 5 años (60 meses) y una tasa de interés fija del 16%.

Intéres total	\$3,249,499.49
Intéres anual	\$649,899.90
Intéres mensual	\$54,158.32

Tabla 46. Interés total, anual y mensual (Fuente: Elaboración propia)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE CÁSCARA DE NARANJA

Año	Periodo	Valor inicial (MXN)	Pago por interés (MXN)	Pago capital (MXN)	Pago total (MXN)	Saldo (MXN)
1	1	\$20,309,371.83	\$3,249,499.49	\$338,489.53	\$3,587,989.02	\$19,970,882.30
	2	\$19,970,882.30	\$3,195,341.17	\$338,489.53	\$3,533,830.70	\$19,632,392.77
	3	\$19,632,392.77	\$3,141,182.84	\$338,489.53	\$3,479,672.37	\$19,293,903.24
	4	\$19,293,903.24	\$3,087,024.52	\$338,489.53	\$3,425,514.05	\$18,955,413.71
	5	\$18,955,413.71	\$3,032,866.19	\$338,489.53	\$3,371,355.72	\$18,616,924.18
	6	\$18,616,924.18	\$2,978,707.87	\$338,489.53	\$3,317,197.40	\$18,278,434.65
	7	\$18,278,434.65	\$2,924,549.54	\$338,489.53	\$3,263,039.07	\$17,939,945.12
	8	\$17,939,945.12	\$2,870,391.22	\$338,489.53	\$3,208,880.75	\$17,601,455.58
	9	\$17,601,455.58	\$2,816,232.89	\$338,489.53	\$3,154,722.42	\$17,262,966.05
	10	\$17,262,966.05	\$2,762,074.57	\$338,489.53	\$3,100,564.10	\$16,924,476.52
	11	\$16,924,476.52	\$2,707,916.24	\$338,489.53	\$3,046,405.77	\$16,585,986.99
	12	\$16,585,986.99	\$2,653,757.92	\$338,489.53	\$2,992,247.45	\$16,247,497.46
2	1	\$16,247,497.46	\$2,599,599.59	\$338,489.53	\$2,938,089.12	\$15,909,007.93
	2	\$15,909,007.93	\$2,545,441.27	\$338,489.53	\$2,883,930.80	\$15,570,518.40
	3	\$15,570,518.40	\$2,491,282.94	\$338,489.53	\$2,829,772.47	\$15,232,028.87
	4	\$15,232,028.87	\$2,437,124.62	\$338,489.53	\$2,775,614.15	\$14,893,539.34
	5	\$14,893,539.34	\$2,382,966.29	\$338,489.53	\$2,721,455.83	\$14,555,049.81
	6	\$14,555,049.81	\$2,328,807.97	\$338,489.53	\$2,667,297.50	\$14,216,560.28
	7	\$14,216,560.28	\$2,274,649.64	\$338,489.53	\$2,613,139.18	\$13,878,070.75
	8	\$13,878,070.75	\$2,220,491.32	\$338,489.53	\$2,558,980.85	\$13,539,581.22
	9	\$13,539,581.22	\$2,166,333.00	\$338,489.53	\$2,504,822.53	\$13,201,091.69
	10	\$13,201,091.69	\$2,112,174.67	\$338,489.53	\$2,450,664.20	\$12,862,602.16
	11	\$12,862,602.16	\$2,058,016.35	\$338,489.53	\$2,396,505.88	\$12,524,112.63
	12	\$12,524,112.63	\$2,003,858.02	\$338,489.53	\$2,342,347.55	\$12,185,623.10

Tabla 47. Amortización para el año 1 y 2 (Fuente: Elaboración propia)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE CÁSCARA DE NARANJA

Año	Periodo	Valor inicial (MXN)	Pago por interés (MXN)	Pago capital (MXN)	Pago total (MXN)	Saldo (MXN)
3	1	\$12,185,623.10	\$1,949,699.70	\$338,489.53	\$2,288,189.23	\$11,847,133.57
	2	\$11,847,133.57	\$1,895,541.37	\$338,489.53	\$2,234,030.90	\$11,508,644.04
	3	\$11,508,644.04	\$1,841,383.05	\$338,489.53	\$2,179,872.58	\$11,170,154.51
	4	\$11,170,154.51	\$1,787,224.72	\$338,489.53	\$2,125,714.25	\$10,831,664.98
	5	\$10,831,664.98	\$1,733,066.40	\$338,489.53	\$2,071,555.93	\$10,493,175.44
	6	\$10,493,175.44	\$1,678,908.07	\$338,489.53	\$2,017,397.60	\$10,154,685.91
	7	\$10,154,685.91	\$1,624,749.75	\$338,489.53	\$1,963,239.28	\$9,816,196.38
	8	\$9,816,196.38	\$1,570,591.42	\$338,489.53	\$1,909,080.95	\$9,477,706.85
	9	\$9,477,706.85	\$1,516,433.10	\$338,489.53	\$1,854,922.63	\$9,139,217.32
	10	\$9,139,217.32	\$1,462,274.77	\$338,489.53	\$1,800,764.30	\$8,800,727.79
	11	\$8,800,727.79	\$1,408,116.45	\$338,489.53	\$1,746,605.98	\$8,462,238.26
	12	\$8,462,238.26	\$1,353,958.12	\$338,489.53	\$1,692,447.65	\$8,123,748.73
4	1	\$8,123,748.73	\$1,299,799.80	\$338,489.53	\$1,638,289.33	\$7,785,259.20
	2	\$7,785,259.20	\$1,245,641.47	\$338,489.53	\$1,584,131.00	\$7,446,769.67
	3	\$7,446,769.67	\$1,191,483.15	\$338,489.53	\$1,529,972.68	\$7,108,280.14
	4	\$7,108,280.14	\$1,137,324.82	\$338,489.53	\$1,475,814.35	\$6,769,790.61
	5	\$6,769,790.61	\$1,083,166.50	\$338,489.53	\$1,421,656.03	\$6,431,301.08
	6	\$6,431,301.08	\$1,029,008.17	\$338,489.53	\$1,367,497.70	\$6,092,811.55
	7	\$6,092,811.55	\$974,849.85	\$338,489.53	\$1,313,339.38	\$5,754,322.02
	8	\$5,754,322.02	\$920,691.52	\$338,489.53	\$1,259,181.05	\$5,415,832.49
	9	\$5,415,832.49	\$866,533.20	\$338,489.53	\$1,205,022.73	\$5,077,342.96
	10	\$5,077,342.96	\$812,374.87	\$338,489.53	\$1,150,864.40	\$4,738,853.43
	11	\$4,738,853.43	\$758,216.55	\$338,489.53	\$1,096,706.08	\$4,400,363.90
	12	\$4,400,363.90	\$704,058.22	\$338,489.53	\$1,042,547.75	\$4,061,874.37

Tabla 48. Amortización para el año 3 y 4 (Fuente: Elaboración propia)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE CÁSCARA DE NARANJA

Año	Periodo	Valor inicial (MXN)	Pago por interés (MXN)	Pago capital (MXN)	Pago total (MXN)	Saldo (MXN)
5	1	\$4,061,874.37	\$649,899.90	\$338,489.53	\$988,389.43	\$3,723,384.84
	2	\$3,723,384.84	\$595,741.57	\$338,489.53	\$934,231.10	\$3,384,895.30
	3	\$3,384,895.30	\$541,583.25	\$338,489.53	\$880,072.78	\$3,046,405.77
	4	\$3,046,405.77	\$487,424.92	\$338,489.53	\$825,914.45	\$2,707,916.24
	5	\$2,707,916.24	\$433,266.60	\$338,489.53	\$771,756.13	\$2,369,426.71
	6	\$2,369,426.71	\$379,108.27	\$338,489.53	\$717,597.80	\$2,030,937.18
	7	\$2,030,937.18	\$324,949.95	\$338,489.53	\$663,439.48	\$1,692,447.65
	8	\$1,692,447.65	\$270,791.62	\$338,489.53	\$609,281.15	\$1,353,958.12
	9	\$1,353,958.12	\$216,633.30	\$338,489.53	\$555,122.83	\$1,015,468.59
	10	\$1,015,468.59	\$162,474.97	\$338,489.53	\$500,964.51	\$676,979.06
	11	\$676,979.06	\$108,316.65	\$338,489.53	\$446,806.18	\$338,489.53
	12	\$338,489.53	\$54,158.32	\$338,489.53	\$392,647.86	\$0.00

Tabla 49. Amortización para el año 5 (Fuente: Elaboración propia)

Otros costos fijos por considerar son el mantenimiento preventivo y pago de servicio telefónico e internet.

Concepto	Costo mensual (MXN)	Costo anual (MXN)
Mantenimiento Preventivo	\$4,000.00	\$48,000.00
Pago de servicio telefónico/internet	\$389.00	\$4,668.00
Subtotal	\$4,389.00	\$52,668.00

Tabla 50. Otros costos fijos (Fuente: Elaboración propia)

4.4.2 Costos variables

Los costos variables son aquellos que sufren cambios en función del tiempo y de la actividad productiva de una empresa.

Para el cálculo de los costos variables se toma en cuenta una premisa del 5% (ver estados de resultados proforma).

Año	Mantenimiento correctivo (MXN)	Materia prima (MXN)	Servicios auxiliares (MXN)	Mano de obra (MXN)	Subtotal (MXN)
2018	\$60,000.00	\$105,891,477.89	\$2,572,721.91	\$1,221,469.20	\$109,745,669.00
2019	\$63,000.00	\$122,755,599.39	\$2,701,358.01	\$1,282,542.66	\$126,802,500.06
2020	\$66,150.00	\$142,305,476.16	\$2,836,425.91	\$1,346,669.79	\$146,554,721.86
2021	\$69,457.50	\$164,968,837.64	\$2,978,247.20	\$1,414,003.28	\$169,430,545.62
2022	\$72,930.38	\$192,172,261.86	\$3,127,159.56	\$1,484,703.45	\$196,857,055.24
2023	\$76,576.89	\$221,698,378.93	\$3,283,517.54	\$1,558,938.62	\$226,617,411.99
2024	\$80,405.74	\$257,005,737.69	\$3,447,693.42	\$1,636,885.55	\$262,170,722.40
2025	\$84,426.03	\$297,936,094.64	\$3,620,078.09	\$1,718,729.83	\$303,359,328.58
2026	\$88,647.33	\$345,384,960.21	\$3,801,081.99	\$1,804,666.32	\$351,079,355.85
2027	\$93,079.69	\$400,390,462.55	\$3,991,136.09	\$1,894,899.63	\$406,369,577.97
2028	\$97,733.68	\$464,156,060.53	\$4,190,692.90	\$1,989,644.62	\$470,434,131.73
2029	\$102,620.36	\$538,076,874.16	\$4,400,227.54	\$2,089,126.85	\$544,668,848.91
2030	\$107,751.38	\$623,770,271.27	\$4,620,238.92	\$2,193,583.19	\$630,691,844.76

Tabla 51. Principales costos variables (Fuente: Elaboración propia)

Año	Material de oficina (MXN)	Material de empaque y embalaje (MXN)	Gastos de distribución (MXN)	Subtotal (MXN)
2018	\$443.00	\$3,850.00	\$4,000.00	\$8,293.00
2019	\$487.30	\$4,235.00	\$4,400.00	\$9,122.30
2020	\$536.03	\$4,658.50	\$4,840.00	\$10,034.53
2021	\$589.63	\$5,124.35	\$5,324.00	\$11,037.98
2022	\$648.60	\$5,636.79	\$5,856.40	\$12,141.78
2023	\$713.46	\$6,200.46	\$6,442.04	\$13,355.96
2024	\$784.80	\$6,820.51	\$7,086.24	\$14,691.56
2025	\$863.28	\$7,502.56	\$7,794.87	\$16,160.71
2026	\$949.61	\$8,252.82	\$8,574.36	\$17,776.78
2027	\$1,044.57	\$9,078.10	\$9,431.79	\$19,554.46
2028	\$1,149.03	\$9,985.91	\$10,374.97	\$21,509.91
2029	\$1,263.93	\$10,984.50	\$11,412.47	\$23,660.90
2030	\$1,390.32	\$12,082.95	\$12,553.71	\$26,026.99

Tabla 52. Otros costos variables (Fuente: Elaboración propia)

4.5 Estado de Resultados Proforma

Es el estado financiero que expone el aumento o disminución del capital, ya que a partir de los ingresos se descuentan todos los costos y gastos de la empresa, así como los impuestos, de manera que la cantidad que resulta como saldo se le denomina utilidad o ganancia, en el caso de que sea positiva, o pérdida si ésta es negativa, pero el efecto es que pasa a formar parte de la cuenta de utilidad dentro del capital [38].

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR
DE CÁSCARA DE NARANJA

Concepto	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ventas Netas Facturadas	\$217,789,349.23	\$240,998,063.39	\$266,680,013.34	\$295,098,759.37	\$326,545,948.04	\$361,344,305.24
Costos Fijos	\$5,157,526.04	\$5,157,526.04	\$5,157,526.04	\$5,157,526.04	\$5,157,526.04	\$445,751.77
Depreciación	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23
Amortización	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$0.00
Mantenimiento preventivo	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00
Otros	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00
Costos Variables	\$97,299,351.54	\$117,439,020.20	\$135,458,996.20	\$156,314,647.65	\$180,455,872.08	\$209,381,397.14
Materias primas	\$91,344,143.53	\$111,186,051.79	\$128,893,379.36	\$149,420,749.97	\$173,217,279.52	\$201,780,874.95
Servicios auxiliares	\$2,450,211.34	\$2,572,721.91	\$2,701,358.01	\$2,836,425.91	\$2,978,247.20	\$3,127,159.56
Mano de obra	\$1,163,304.00	\$1,221,469.20	\$1,282,542.66	\$1,346,669.79	\$1,414,003.28	\$1,484,703.45
Consumo energético	\$2,281,692.67	\$2,395,777.31	\$2,515,566.17	\$2,641,344.48	\$2,773,411.70	\$2,912,082.29
Mantenimiento correctivo	\$60,000.00	\$63,000.00	\$66,150.00	\$69,457.50	\$72,930.38	\$76,576.89
Utilidad Bruta	\$115,332,471.65	\$118,401,517.15	\$126,063,491.10	\$133,626,585.68	\$140,932,549.92	\$151,517,156.33
Gastos de Operación	\$8,293.00	\$8,707.65	\$9,143.03	\$9,600.18	\$10,080.19	\$10,584.20
Distribución	\$4,000.00	\$4,200.00	\$4,410.00	\$4,630.50	\$4,862.03	\$5,105.13
Otros	\$4,293.00	\$4,507.65	\$4,733.03	\$4,969.68	\$5,218.17	\$5,479.08
Utilidad de Operación	\$115,324,178.65	\$118,392,809.50	\$126,054,348.07	\$133,616,985.50	\$140,922,469.73	\$151,506,572.12
ISR (35%)	\$40,363,462.53	\$41,437,483.33	\$44,119,021.83	\$46,765,944.92	\$49,322,864.41	\$53,027,300.24
RU (10%)	\$11,532,417.86	\$11,839,280.95	\$12,605,434.81	\$13,361,698.55	\$14,092,246.97	\$15,150,657.21
Utilidad Neta	\$63,426,635.91	\$65,114,382.88	\$69,328,229.09	\$73,487,679.67	\$77,505,696.00	\$83,326,952.32

Tabla 53. Estado de resultados proforma (2017-2022) (Fuente: Elaboración propia)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE CÁSCARA DE NARANJA

Concepto	2023	2024	2025	2026
Ventas Netas Facturadas	\$399,850,948.13	\$442,461,050.02	\$489,611,895.90	\$541,787,369.96
Costos Fijos	\$445,751.77	\$445,751.77	\$445,751.77	\$445,751.77
Depreciación	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23
Amortización	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Mantenimiento preventivo	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00
Otros	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00
Costos Variables	\$240,763,846.18	\$278,235,600.29	\$321,631,453.87	\$371,892,690.45
Materias primas	\$232,783,297.88	\$269,856,024.58	\$312,832,899.37	\$362,654,208.23
Servicios auxiliares	\$3,283,517.54	\$3,447,693.42	\$3,620,078.09	\$3,801,081.99
Mano de obra	\$1,558,938.62	\$1,636,885.55	\$1,718,729.83	\$1,804,666.32
Consumo energético	\$3,057,686.40	\$3,210,570.72	\$3,371,099.26	\$3,539,654.22
Mantenimiento correctivo	\$80,405.74	\$84,426.03	\$88,647.33	\$93,079.69
Utilidad Bruta	\$158,641,350.17	\$163,779,697.96	\$167,534,690.25	\$169,448,927.74
Gastos de Operación	\$11,113.41	\$11,669.08	\$12,252.54	\$12,865.16
Distribución	\$5,360.38	\$5,628.40	\$5,909.82	\$6,205.31
Otros	\$5,753.03	\$6,040.68	\$6,342.72	\$6,659.85
Utilidad de Operación	\$158,630,236.76	\$163,768,028.87	\$167,522,437.71	\$169,436,062.57
ISR (35%)	\$55,520,582.87	\$57,318,810.11	\$58,632,853.20	\$59,302,621.90
RU (10%)	\$15,863,023.68	\$16,376,802.89	\$16,752,243.77	\$16,943,606.26
Utilidad Neta	\$87,244,967.87	\$90,070,753.53	\$92,135,678.39	\$93,188,172.06

Tabla 54. Estado de resultados proforma (2023-2026) (Fuente: Elaboración propia)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE CÁSCARA DE NARANJA

Concepto	2027	2028	2029	2030
Ventas Netas Facturadas	\$599,522,921.54	\$663,411,060.10	\$734,107,435.85	\$812,337,568.33
Costos Fijos	\$445,751.77	\$445,751.77	\$445,751.77	\$445,751.77
Depreciación	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23
Amortización	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Mantenimiento preventivo	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00
Otros	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00
Costos Variables	\$430,110,392.02	\$497,549,290.22	\$575,675,415.85	\$666,188,217.72
Materias primas	\$420,409,985.68	\$487,363,863.56	\$564,980,717.86	\$654,958,784.83
Servicios auxiliares	\$3,991,136.09	\$4,190,692.90	\$4,400,227.54	\$4,620,238.92
Mano de obra	\$1,894,899.63	\$1,989,644.62	\$2,089,126.85	\$2,193,583.19
Consumo energético	\$3,716,636.93	\$3,902,468.78	\$4,097,592.22	\$4,302,471.83
Mantenimiento correctivo	\$97,733.68	\$102,620.36	\$107,751.38	\$113,138.95
Utilidad Bruta	\$168,966,777.76	\$165,416,018.11	\$157,986,268.23	\$145,703,598.84
Gastos de Operación	\$13,508.42	\$14,183.84	\$14,893.04	\$15,637.69
Distribución	\$6,515.58	\$6,841.36	\$7,183.43	\$7,542.60
Otros	\$6,992.84	\$7,342.49	\$7,709.61	\$8,095.09
Utilidad de Operación	\$168,953,269.33	\$165,401,834.27	\$157,971,375.19	\$145,687,961.15
ISR (35%)	\$59,133,644.27	\$57,890,641.99	\$55,289,981.32	\$50,990,786.40
RU (10%)	\$16,895,326.93	\$16,540,183.43	\$15,797,137.52	\$14,568,796.11
Utilidad Neta	\$92,922,635.78	\$90,969,346.50	\$86,882,594.00	\$80,126,716.28

Tabla 55. Estado de resultados proforma (2027-2030) (Fuente: Elaboración propia)

4.6 Flujo de Efectivos

Es el esquema que muestra los montos de ingresos y egresos, o en su caso la diferencia entre ellos, en un periodo o varios periodos [38].

Concepto	Periodo preoperativo	2017	2018	2019	2020	2021
Entradas	\$0.00	\$68,533,156.29	\$70,220,903.26	\$74,434,749.48	\$78,594,200.06	\$82,612,216.39
Financiamiento	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Utilidad neta	\$0.00	\$63,428,298.26	\$65,116,045.23	\$69,329,891.44	\$73,489,342.02	\$77,507,358.35
Depreciación	\$0.00	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23
Amortización	\$0.00	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26
Valor de rescate	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Salidas	\$101,546,859.14	\$4,061,874.37	\$4,061,874.37	\$4,061,874.37	\$4,061,874.37	\$4,061,874.37
Inversión	\$101,546,859.14	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Pago de capital	\$0.00	\$4,061,874.37	\$4,061,874.37	\$4,061,874.37	\$4,061,874.37	\$4,061,874.37
Flujo de efectivo	-\$101,546,859.14	\$64,472,642.03	\$66,160,389.00	\$70,374,253.21	\$74,533,685.80	\$78,551,702.13

Tabla 56. Flujo de efectivo (preoperativo-2021) (Fuente: Elaboración propia)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE CÁSCARA DE NARANJA

Concepto	2022	2023	2024	2025	2026
Entradas	\$83,721,698.44	\$87,639,713.99	\$90,465,499.65	\$92,530,424.51	\$93,582,918.19
Financiamiento	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Utilidad neta	\$83,328,614.67	\$87,246,630.22	\$90,072,415.88	\$92,137,340.74	\$93,189,834.41
Depreciación	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23
Amortización	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Valor de rescate	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Salidas	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Inversión	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Pago de capital	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Flujo de efectivo	\$83,723,058.55	\$87,641,074.09	\$90,466,859.76	\$92,531,784.62	\$93,582,278.29

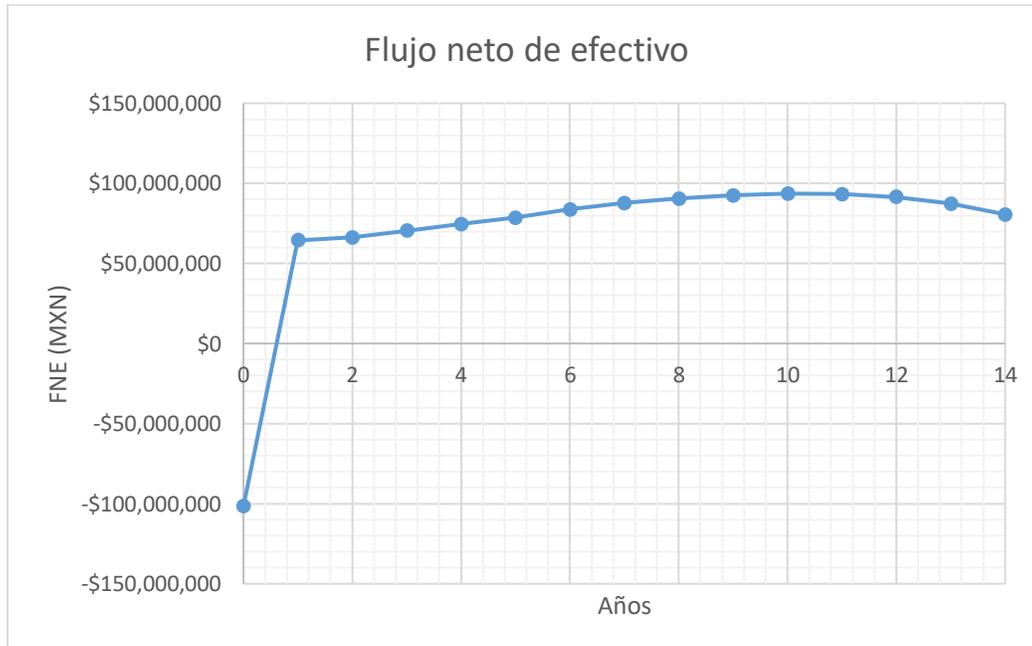
Tabla 57. Flujo de efectivo (2022-2026) (Fuente: Elaboración propia)

Concepto	2027	2028	2029	2030
Entradas	\$93,317,381.91	\$91,364,092.62	\$87,277,340.13	\$80,521,462.40
Financiamiento	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Utilidad neta	\$92,924,298.13	\$90,971,008.85	\$86,884,256.35	\$80,128,378.63
Depreciación	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23
Amortización	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Valor de rescate	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Salidas	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Inversión	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Pago de capital	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Flujo de efectivo	\$93,318,742.01	\$91,365,452.73	\$87,278,700.23	\$80,522,822.51

Tabla 58. Flujo de efectivo (2027-2030) (Fuente: Elaboración propia)

Año	Flujo de efectivo	Flujo de efectivo descontado (10%)	flujo de efectivo acumulado
Preoperativo	-\$101,546,859.14	-\$101,546,859.14	-\$203,093,718.28
2017	\$64,472,642.03	\$58,611,492.76	\$123,084,134.79
2018	\$66,160,389.00	\$54,678,007.44	\$120,838,396.44
2019	\$70,374,235.21	\$52,873,204.52	\$123,247,439.73
2020	\$74,533,685.80	\$50,907,510.28	\$125,441,196.08
2021	\$78,551,702.13	\$48,774,426.81	\$127,326,128.94
2022	\$83,723,058.55	\$47,259,483.89	\$130,982,542.44
2023	\$87,641,074.09	\$44,973,728.66	\$132,614,802.76
2024	\$90,466,859.76	\$42,203,457.74	\$132,670,317.50
2025	\$92,531,784.62	\$39,242,509.48	\$131,774,294.10
2026	\$93,584,278.29	\$36,080,790.49	\$129,665,068.78
2027	\$93,318,742.01	\$32,707,649.78	\$126,026,391.79
2028	\$91,365,452.73	\$29,111,848.91	\$120,477,301.64
2029	\$87,278,700.23	\$25,281,530.57	\$112,560,230.80
2030	\$80,522,822.51	\$21,204,175.85	\$101,726,998.36

Tabla 59. Flujo de efectivo descontado y acumulado (Fuente: Elaboración propia)



Grafica 8. Flujo neto de efectivo (Fuente: Elaboración propia)

4.7 Índices y Parámetros Financieros

4.7.1 Valor Presente Neto (VPN)

El Valor Presente Neto (VPN) también conocido como Valor Actual Neto (VAN) es una herramienta que sirve como indicador para medir y determinar la viabilidad de una inversión o un proyecto en términos de rentabilidad y ganancia, el cual proporciona a partir de su análisis un marco de referencia para la toma de decisiones. El VPN se obtiene restando el monto inicialmente invertido con el valor presente de los flujos que se proyectan recibir en el futuro [41].

$$\mathbf{VPN = \$482,362,958.04}$$

Los criterios de decisión para el VPN son los siguientes:

- VPN > 0 (positivo): Se acepta el proyecto o la inversión debido a que está generando valor, es decir, supera la rentabilidad mínima esperada.
- VPN < 0 (negativo): No se acepta el proyecto o la inversión debido a que no está generando valor, es decir, no supera la rentabilidad mínima esperada.

Tomando en cuenta los criterios de VPN el proyecto es rentable y se puede llevar a cabo.

4.7.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno (TIR) de una inversión es la media geométrica de los rendimientos esperados de dicha inversión, y que implica por cierto el supuesto de una oportunidad para “reinvertir”. En términos simples, diversos autores la conceptualizan como la tasa de descuento con la que el valor presente neto (VPN) es igual a cero [42].

$$\mathbf{TIR = 53\%}$$

La TIR puede utilizarse como indicador de la rentabilidad de un proyecto: a mayor TIR, mayor rentabilidad [43]; así, se utiliza como uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Para ello, la TIR se compara con una tasa mínima o tasa de corte, el coste de oportunidad de inversión.

Tomando en cuenta el criterio anterior y que la TIR calculada (56%) es mayor que la tasa mínima (10%) se puede deducir que el proyecto es rentable y puede llevarse a cabo.

4.7.3 Tiempo de Recuperación de Capital (TRC)

Es un método de valoración de inversiones que mide el tiempo que una inversión tarda en recuperar el desembolso inicial, con los flujos de caja generados en el futuro por la misma [44].

$$\text{TRC} = 1.65 \text{ años}$$

El tiempo de recuperación de capital para este proyecto es de 1 año 6 meses aproximadamente.

4.8 Punto de Equilibrio

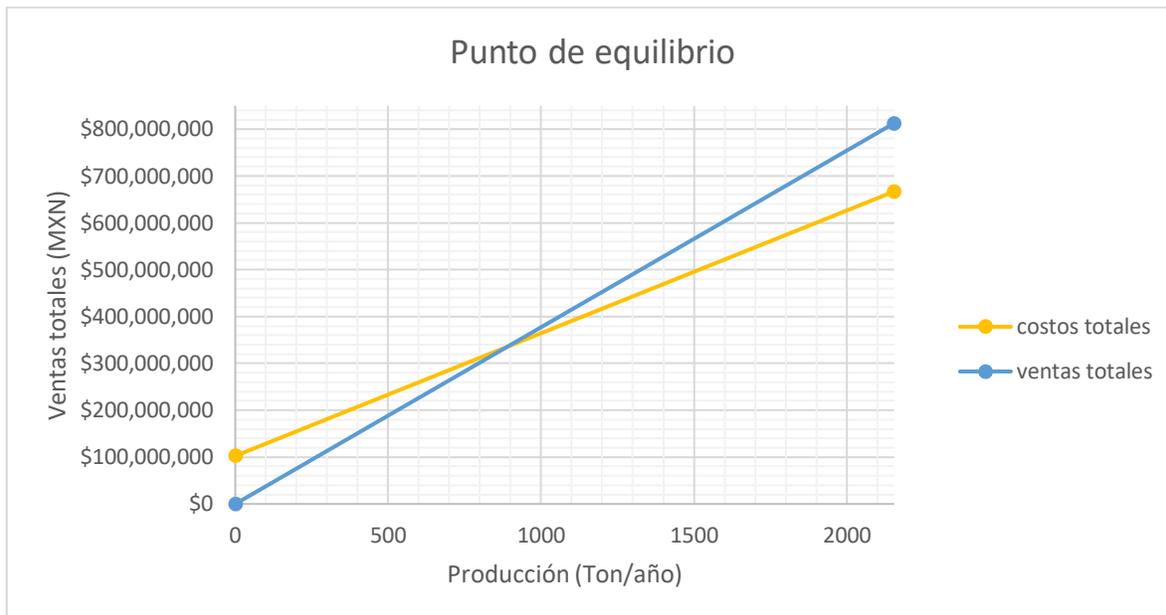
El punto de equilibrio es el nivel operativo (de producción y ventas) de una empresa en que no se tienen ni ganancias ni pérdidas, en otras palabras, los ingresos son iguales a los egresos. Es importante conocer el punto de equilibrio porque si se opera por debajo del mismo se tienen pérdidas y si se opera por arriba, ganancias.

Al punto de equilibrio también se le conoce como análisis Costo - Volumen. El cálculo del punto de equilibrio es de gran utilidad cuando se desea evaluar alternativas para aumentar la capacidad productiva o cambios en los precios o costos de algún producto.

El punto de equilibrio determinado para este proyecto es el siguiente:

$$\text{Producción} = 880 \text{ Ton/año}$$

$$\text{Ventas totales} = \$332,444,444.40 \text{ MXN}$$



Grafica 9. Punto de equilibrio

4.9 Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad es un término usado frecuentemente en las empresas para realizar una toma de decisiones acertadas acerca de la inversión de sus capitales, este análisis consiste en el cálculo de los nuevos flujos de caja (efectivos) y el VPN en proyectos y negocios. Cuando se hace un cambio a la variable y obteniendo gracias a esto nuevos flujos de caja y un valor nuevo del VPN, se podrá hacer el cálculo de la sensibilidad y mejorar las estimaciones del proyecto que vaya a realizarse (Duque,2018).

Para el análisis de sensibilidad de este proyecto se tomó en cuenta las siguientes variables:

- Costos variables y de operación suben un 10%, 15% y 20%
- Ventas totales disminuyen un 10%, 15% y 20%

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR
DE CÁSCARA DE NARANJA

Costos variables y de operación suben un 10%

Concepto	2017	2018	2019	2020	2021
Ventas Netas Facturadas	\$217,789,349.23	\$240,998,063.39	\$266,680,013.34	\$295,098,759.37	\$326,545,948.04
Costos Fijos	\$5,160,548.49	\$5,160,548.49	\$5,160,548.49	\$5,160,548.49	\$5,160,548.49
Depreciación	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23
Amortización	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26
Mantenimiento preventivo	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00
Otros	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00
Costos Variables	\$97,299,351.54	\$123,031,354.50	\$142,236,961.03	\$164,462,405.65	\$190,184,741.46
Materias primas	\$91,344,143.53	\$116,480,625.68	\$135,031,159.33	\$156,536,023.78	\$181,465,721.40
Servicios auxiliares	\$2,450,211.34	\$2,695,232.48	\$2,964,755.73	\$3,261,231.30	\$3,587,354.43
Mano de obra	\$1,163,304.00	\$1,279,634.40	\$1,407,597.84	\$1,548,357.62	\$1,703,193.39
Consumo energético	\$2,281,692.67	\$2,509,861.94	\$2,760,848.13	\$3,036,932.95	\$3,340,626.24
Mantenimiento correctivo	\$60,000.00	\$66,000.00	\$72,600.00	\$79,860.00	\$87,846.00
Utilidad Bruta	\$115,329,449.19	\$112,806,160.40	\$119,282,503.82	\$125,475,805.23	\$131,200,658.09
Gastos de Operación	\$8,293.00	\$9,122.30	\$10,034.53	\$11,037.98	\$12,141.78
Distribución	\$4,000.00	\$4,400.00	\$4,840.00	\$5,324.00	\$5,856.40
Otros	\$4,293.00	\$4,722.30	\$5,194.53	\$5,713.98	\$6,285.38
Utilidad de Operación	\$115,321,156.19	\$112,797,038.10	\$119,272,469.29	\$125,464,767.25	\$131,188,516.31
ISR (35%)	\$40,362,404.67	\$39,478,963.34	\$41,745,364.25	\$43,912,668.54	\$45,915,980.71
RU (10%)	\$11,532,115.62	\$11,279,703.81	\$11,927,246.93	\$12,546,476.72	\$13,118,851.63
Utilidad Neta	\$63,426,635.91	\$62,038,370.96	\$65,599,858.11	\$69,005,621.99	\$72,153,683.97

Tabla 60. Costos variables y de operación aumentan 10% (2017-2021)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE CÁSCARA DE NARANJA

Concepto	2022	2023	2024	2025
Ventas Netas Facturadas	\$361,344,305.24	\$399,850,948.13	\$442,461,050.02	\$489,611,895.90
Costos Fijos	\$448,774.23	\$448,774.23	\$448,774.23	\$448,774.23
Depreciación	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23
Amortización	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Mantenimiento preventivo	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00
Otros	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00
Costos Variables	\$220,980,410.10	\$254,418,231.10	\$294,311,327.16	\$340,495,221.37
Materias primas	\$211,389,488.04	\$243,868,216.83	\$282,706,311.46	\$327,729,704.10
Servicios auxiliares	\$3,946,089.87	\$4,340,698.86	\$4,774,768.74	\$5,252,245.62
Mano de obra	\$1,873,512.73	\$2,060,864.00	\$2,266,950.40	\$2,493,645.44
Consumo energético	\$3,674,688.87	\$4,042,157.75	\$4,446,373.53	\$4,891,010.88
Mantenimiento correctivo	\$96,630.60	\$106,293.66	\$116,923.03	\$128,615.33
Utilidad Bruta	\$139,915,120.91	\$144,983,942.80	\$147,700,948.64	\$148,667,900.30
Gastos de Operación	\$13,355.96	\$14,691.56	\$16,160.71	\$17,776.78
Distribución	\$6,442.04	\$7,086.24	\$7,794.87	\$8,574.36
Otros	\$6,913.92	\$7,605.31	\$8,365.84	\$9,202.43
Utilidad de Operación	\$139,901,764.95	\$144,969,251.25	\$147,684,787.93	\$148,650,123.52
ISR (35%)	\$48,965,617.73	\$50,739,237.94	\$51,689,675.77	\$52,027,543.23
RUT (10%)	\$13,990,176.50	\$14,496,925.12	\$14,768,478.79	\$14,865,012.35
Utilidad Neta	\$76,945,970.72	\$79,733,088.19	\$81,226,633.36	\$81,757,567.94

Tabla 61. Costos variables y de operación aumentan 10% (2022-2025)

VPN = \$428,307,615.51

TIR = 50%

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE CÁSCARA DE NARANJA

Costos variables y de operación suben un 15%

Concepto	2017	2018	2019	2020	2021
Ventas Netas Facturadas	\$217,789,349.23	\$240,998,063.39	\$266,680,013.34	\$295,098,759.37	\$326,545,948.04
Costos Fijos	\$5,160,548.49	\$5,160,548.49	\$5,160,548.49	\$5,160,548.49	\$5,160,548.49
Depreciación	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23
Amortización	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26
Mantenimiento preventivo	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00
Otros	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00
Costos Variables	\$97,299,351.54	\$128,623,688.79	\$149,044,701.90	\$172,708,424.58	\$200,129,859.32
Materias primas	\$91,344,143.53	\$121,775,199.57	\$141,168,939.30	\$163,651,297.58	\$189,714,163.28
Servicios auxiliares	\$2,450,211.34	\$2,817,743.05	\$3,240,404.50	\$3,726,465.18	\$4,285,434.95
Mano de obra	\$1,163,304.00	\$1,337,799.60	\$1,538,469.54	\$1,769,239.97	\$2,034,625.97
Consumo energético	\$2,281,692.67	\$2,623,946.57	\$3,017,538.56	\$3,470,169.34	\$3,990,694.74
Mantenimiento correctivo	\$60,000.00	\$69,000.00	\$79,350.00	\$91,252.50	\$104,940.38
Utilidad Bruta	\$115,329,449.19	\$107,213,826.11	\$112,474,762.95	\$117,229,786.30	\$121,255,540.23
Gastos de Operación	\$8,293.00	\$9,536.95	\$10,967.49	\$12,612.62	\$14,504.51
Distribución	\$4,000.00	\$4,600.00	\$5,290.00	\$6,083.50	\$6,996.03
Otros	\$4,293.00	\$4,936.95	\$5,677.49	\$6,529.12	\$7,508.48
Utilidad de Operación	\$115,321,156.19	\$107,204,289.16	\$112,463,795.45	\$117,217,173.68	\$121,241,035.72
ISR (35%)	\$40,362,404.67	\$37,521,501.20	\$39,362,328.41	\$41,026,010.79	\$42,434,362.50
RUT (10%)	\$11,532,115.62	\$10,720,428.92	\$11,246,379.55	\$11,721,717.37	\$12,124,103.57
Utilidad Neta	\$63,426,635.91	\$58,962,359.04	\$61,855,087.50	\$64,469,445.53	\$66,682,569.65

Tabla 62. Costos variables y de operación aumentan 15% (2017-2021)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR
DE CÁSCARA DE NARANJA

Concepto	2022	2023	2024	2025
Ventas Netas Facturadas	\$361,344,305.24	\$399,850,948.13	\$442,461,050.02	\$489,611,895.90
Costos Fijos	\$448,774.23	\$448,774.23	\$448,774.23	\$448,774.23
Depreciación	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23
Amortización	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Mantenimiento preventivo	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00
Otros	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00
Costos Variables	\$232,976,151.58	\$268,727,893.79	\$311,397,570.06	\$360,843,626.31
Materias primas	\$220,998,101.14	\$254,953,135.77	\$295,556,598.35	\$342,626,508.83
Servicios auxiliares	\$4,928,250.20	\$5,667,487.73	\$6,517,610.89	\$7,495,252.52
Mano de obra	\$2,339,819.86	\$2,690,792.84	\$3,094,411.77	\$3,558,573.53
Consumo energético	\$4,589,298.96	\$5,277,693.80	\$6,069,347.87	\$6,979,750.05
Mantenimiento correctivo	\$120,681.43	\$138,783.65	\$159,601.19	\$183,541.37
Utilidad Bruta	\$127,919,379.43	\$130,674,280.11	\$130,614,705.73	\$128,319,495.36
Gastos de Operación	\$16,680.19	\$19,182.21	\$22,059.54	\$25,368.48
Distribución	\$8,045.43	\$9,252.24	\$10,640.08	\$12,236.09
Otros	\$8,634.76	\$9,929.97	\$11,419.47	\$13,132.39
Utilidad de Operación	\$127,902,699.25	\$130,655,097.90	\$130,592,646.19	\$128,294,126.89
ISR (35%)	\$44,765,944.74	\$45,729,284.26	\$45,707,426.17	\$44,902,944.41
RUT (10%)	\$12,790,269.92	\$13,065,509.79	\$13,059,264.62	\$12,829,412.69
Utilidad Neta	\$70,346,484.59	\$71,860,303.84	\$71,825,955.40	\$70,561,769.79

Tabla 63. Costos variables y de operación aumentan 15% (2022-2025)

VPN = \$396,716,179.89

TIR = 48%

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE CÁSCARA DE NARANJA

Costos variables y de operación suben 20%

Concepto	2017	2018	2019	2020	2021
Ventas Netas Facturadas	\$217,789,349.23	\$240,998,063.39	\$266,680,013.34	\$295,098,759.37	\$326,545,948.04
Costos Fijos	\$5,160,548.49	\$5,160,548.49	\$5,160,548.49	\$5,160,548.49	\$5,160,548.49
Depreciación	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23
Amortización	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26
Mantenimiento preventivo	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00
Otros	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00
Costos Variables	\$97,299,351.54	\$134,216,023.09	\$155,882,218.82	\$181,057,170.84	\$210,311,324.50
Materias primas	\$91,344,143.53	\$127,069,773.47	\$147,306,719.27	\$170,766,571.39	\$197,962,605.16
Servicios auxiliares	\$2,450,211.34	\$2,940,253.61	\$3,528,304.34	\$4,233,965.20	\$5,080,758.24
Mano de obra	\$1,163,304.00	\$1,395,964.80	\$1,675,157.76	\$2,010,189.31	\$2,412,227.17
Consumo energético	\$2,281,692.67	\$2,738,031.21	\$3,285,637.45	\$3,942,764.94	\$4,731,317.92
Mantenimiento correctivo	\$60,000.00	\$72,000.00	\$86,400.00	\$103,680.00	\$124,416.00
Utilidad Bruta	\$115,329,449.19	\$101,621,491.81	\$105,637,246.04	\$108,881,040.03	\$111,074,075.04
Gastos de Operación	\$8,293.00	\$9,951.60	\$11,941.92	\$14,330.30	\$17,196.36
Distribución	\$4,000.00	\$4,800.00	\$5,760.00	\$6,912.00	\$8,294.40
Otros	\$4,293.00	\$5,151.60	\$6,181.92	\$7,418.30	\$8,901.96
Utilidad de Operación	\$115,321,156.19	\$101,611,540.21	\$105,625,304.12	\$108,866,709.73	\$111,056,878.68
ISR (35%)	\$40,362,404.67	\$35,564,039.07	\$36,968,856.44	\$38,103,348.40	\$38,869,907.54
RUT (10%)	\$11,532,115.62	\$10,161,154.02	\$10,562,530.41	\$10,886,670.97	\$11,105,687.87
Utilidad Neta	\$63,426,635.91	\$55,886,347.12	\$58,093,917.26	\$59,876,690.35	\$61,081,283.27

Tabla 64. Costos variables y de operación aumentan 20% (2017-2021)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE CÁSCARA DE NARANJA

Concepto	2022	2023	2024	2025
Ventas Netas Facturadas	\$361,344,305.24	\$399,850,948.13	\$442,461,050.02	\$489,611,895.90
Costos Fijos	\$448,774.23	\$448,774.23	\$448,774.23	\$448,774.23
Depreciación	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23
Amortización	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Mantenimiento preventivo	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00
Otros	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00
Costos Variables	\$245,425,177.44	\$283,820,210.57	\$329,745,472.25	\$383,129,617.99
Materias primas	\$230,606,714.23	\$266,038,054.72	\$308,406,885.23	\$357,523,313.57
Servicios auxiliares	\$6,096,909.89	\$7,316,291.87	\$8,779,550.24	\$10,535,460.29
Mano de obra	\$2,894,672.61	\$3,473,607.13	\$4,168,328.56	\$5,001,994.27
Consumo energético	\$5,677,581.51	\$6,813,097.81	\$8,175,717.37	\$9,810,860.85
Mantenimiento correctivo	\$149,299.20	\$179,159.04	\$214,990.85	\$257,989.02
Utilidad Bruta	\$115,470,353.58	\$115,581,963.32	\$112,266,803.54	\$106,033,503.68
Gastos de Operación	\$20,635.64	\$24,762.77	\$29,715.32	\$35,658.38
Distribución	\$9,953.28	\$11,943.94	\$14,332.72	\$17,199.27
Otros	\$10,682.36	\$12,818.83	\$15,382.60	\$18,459.11
Utilidad de Operación	\$115,449,717.94	\$115,557,200.56	\$112,237,088.22	\$105,997,845.29
ISR (35%)	\$40,407,401.28	\$40,445,020.20	\$39,282,980.88	\$37,099,245.85
RUT (10%)	\$11,544,971.79	\$11,555,720.06	\$11,223,708.82	\$10,599,784.53
Utilidad Neta	\$63,497,344.87	\$63,556,460.31	\$61,730,398.52	\$58,298,814.91

Tabla 65. Costos variables y de operación aumentan 20% (2022-2025)

VPN = \$304,542,984.13

TIR = 45%

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE CÁSCARA DE NARANJA

Disminución de ventas en un 10%

Concepto	2017	2018	2019	2020	2021
Ventas Netas Facturadas	\$217,789,349.23	\$216,898,257.05	\$240,012,012.01	\$265,588,883.43	\$293,891,353.24
Costos Fijos	\$5,160,548.49	\$5,160,548.49	\$5,160,548.49	\$5,160,548.49	\$5,160,548.49
Depreciación	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23
Amortización	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26
Mantenimiento preventivo	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00
Otros	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00
Costos Variables	\$97,299,351.54	\$117,439,020.20	\$135,458,996.20	\$156,314,647.65	\$180,455,872.08
Materias primas	\$91,344,143.53	\$111,186,051.79	\$128,893,379.36	\$149,420,749.97	\$173,217,279.52
Servicios auxiliares	\$2,450,211.34	\$2,572,721.91	\$2,701,358.01	\$2,836,425.91	\$2,978,247.20
Mano de obra	\$1,163,304.00	\$1,221,469.20	\$1,282,542.66	\$1,346,669.79	\$1,414,003.28
Consumo energético	\$2,281,692.67	\$2,395,777.31	\$2,515,566.17	\$2,641,344.48	\$2,773,411.70
Mantenimiento correctivo	\$60,000.00	\$63,000.00	\$66,150.00	\$69,457.50	\$72,930.38
Utilidad Bruta	\$115,329,449.19	\$94,298,688.36	\$99,392,467.32	\$104,113,687.29	\$108,274,932.66
Gastos de Operación	\$8,293.00	\$8,707.65	\$9,143.03	\$9,600.18	\$10,080.19
Distribución	\$4,000.00	\$4,200.00	\$4,410.00	\$4,630.50	\$4,862.03
Otros	\$4,293.00	\$4,507.65	\$4,733.03	\$4,969.68	\$5,218.17
Utilidad de Operación	\$115,321,156.19	\$94,289,980.71	\$99,383,324.28	\$104,104,087.11	\$108,264,852.47
ISR (35%)	\$40,362,404.67	\$33,001,493.25	\$34,784,163.50	\$36,436,430.49	\$37,892,698.36
RUT (10%)	\$11,532,115.62	\$9,428,998.07	\$9,938,332.43	\$10,410,408.71	\$10,826,485.25
Utilidad Neta	\$63,426,635.91	\$51,859,489.39	\$54,660,828.36	\$57,257,247.91	\$59,545,668.86

Tabla 66. Disminución de ventas en un 20% (2017-2021)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE CÁSCARA DE NARANJA

Concepto	2022	2023	2024	2025
Ventas Netas Facturadas	\$325,209,874.72	\$359,865,853.31	\$398,214,945.02	\$440,650,706.31
Costos Fijos	\$448,774.23	\$448,774.23	\$448,774.23	\$448,774.23
Depreciación	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23
Amortización	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Mantenimiento preventivo	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00
Otros	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00
Costos Variables	\$209,381,397.14	\$240,763,846.18	\$278,235,600.29	\$321,631,453.87
Materias primas	\$201,780,874.95	\$232,783,297.88	\$269,856,024.58	\$312,832,899.37
Servicios auxiliares	\$3,127,159.56	\$3,283,517.54	\$3,447,693.42	\$3,620,078.09
Mano de obra	\$1,484,703.45	\$1,558,938.62	\$1,636,885.55	\$1,718,729.83
Consumo energético	\$2,912,082.29	\$3,057,686.40	\$3,210,570.72	\$3,371,099.26
Mantenimiento correctivo	\$76,576.89	\$80,405.74	\$84,426.03	\$88,647.33
Utilidad Bruta	\$115,379,703.35	\$118,653,232.90	\$119,530,570.50	\$118,570,478.21
Gastos de Operación	\$10,584.20	\$11,113.41	\$11,669.08	\$12,252.54
Distribución	\$5,105.13	\$5,360.38	\$5,628.40	\$5,909.82
Otros	\$5,479.08	\$5,753.03	\$6,040.68	\$6,342.72
Utilidad de Operación	\$115,369,119.15	\$118,642,119.49	\$119,518,901.42	\$118,558,225.67
ISR (35%)	\$40,379,191.70	\$41,524,741.82	\$41,831,615.50	\$41,495,378.98
RUT (10%)	\$11,536,911.91	\$11,864,211.95	\$11,951,890.14	\$11,855,822.57
Utilidad Neta	\$63,453,015.53	\$65,253,165.72	\$65,735,395.78	\$65,207,024.12

Tabla 67. Disminución de ventas en un 10% (2022-2025)

VPN = \$284,136,581.73

TIR = 44%

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR
DE CÁSCARA DE NARANJA

Disminución de ventas en un 15%

Concepto	2017	2018	2019	2020	2021
Ventas Netas Facturadas	\$217,789,349.23	\$204,848,353.88	\$226,678,011.34	\$250,833,945.46	\$277,564,055.83
Costos Fijos	\$5,160,548.49	\$5,160,548.49	\$5,160,548.49	\$5,160,548.49	\$5,160,548.49
Depreciación	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23
Amortización	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26
Mantenimiento preventivo	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00
Otros	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00
Costos Variables	\$97,299,351.54	\$117,439,020.20	\$135,458,996.20	\$156,314,647.65	\$180,455,872.08
Materias primas	\$91,344,143.53	\$111,186,051.79	\$128,893,379.36	\$149,420,749.97	\$173,217,279.52
Servicios auxiliares	\$2,450,211.34	\$2,572,721.91	\$2,701,358.01	\$2,836,425.91	\$2,978,247.20
Mano de obra	\$1,163,304.00	\$1,221,469.20	\$1,282,542.66	\$1,346,669.79	\$1,414,003.28
Consumo energético	\$2,281,692.67	\$2,395,777.31	\$2,515,566.17	\$2,641,344.48	\$2,773,411.70
Mantenimiento correctivo	\$60,000.00	\$63,000.00	\$66,150.00	\$69,457.50	\$72,930.38
Utilidad Bruta	\$115,329,449.19	\$82,248,785.19	\$86,058,466.65	\$89,358,749.32	\$91,947,635.26
Gastos de Operación	\$8,293.00	\$8,707.65	\$9,143.03	\$9,600.18	\$10,080.19
Distribución	\$4,000.00	\$4,200.00	\$4,410.00	\$4,630.50	\$4,862.03
Otros	\$4,293.00	\$4,507.65	\$4,733.03	\$4,969.68	\$5,218.17
Utilidad de Operación	\$115,321,156.19	\$82,240,077.54	\$86,049,323.62	\$89,349,149.14	\$91,937,555.07
ISR (35%)	\$40,362,404.67	\$28,784,027.14	\$30,117,263.27	\$31,272,202.20	\$32,178,144.27
RUT (10%)	\$11,532,115.62	\$8,224,007.75	\$8,604,932.36	\$8,934,914.91	\$9,193,755.51
Utilidad Neta	\$63,426,635.91	\$45,232,042.65	\$47,327,127.99	\$49,142,032.03	\$50,565,655.29

Tabla 68. Disminución de ventas en un 15% (2017-2021)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE CÁSCARA DE NARANJA

Concepto	2022	2023	2024	2025
Ventas Netas Facturadas	\$307,142,659.45	\$339,873,305.91	\$376,091,892.52	\$416,170,111.51
Costos Fijos	\$448,774.23	\$448,774.23	\$448,774.23	\$448,774.23
Depreciación	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23
Amortización	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Mantenimiento preventivo	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00
Otros	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00
Costos Variables	\$209,381,397.14	\$240,763,846.18	\$278,235,600.29	\$321,631,453.87
Materias primas	\$201,780,874.95	\$232,783,297.88	\$269,856,024.58	\$312,832,899.37
Servicios auxiliares	\$3,127,159.56	\$3,283,517.54	\$3,447,693.42	\$3,620,078.09
Mano de obra	\$1,484,703.45	\$1,558,938.62	\$1,636,885.55	\$1,718,729.83
Consumo energético	\$2,912,082.29	\$3,057,686.40	\$3,210,570.72	\$3,371,099.26
Mantenimiento correctivo	\$76,576.89	\$80,405.74	\$84,426.03	\$88,647.33
Utilidad Bruta	\$97,312,488.09	\$98,660,685.50	\$97,407,518.00	\$94,089,883.41
Gastos de Operación	\$10,584.20	\$11,113.41	\$11,669.08	\$12,252.54
Distribución	\$5,105.13	\$5,360.38	\$5,628.40	\$5,909.82
Otros	\$5,479.08	\$5,753.03	\$6,040.68	\$6,342.72
Utilidad de Operación	\$97,301,903.88	\$98,649,572.08	\$97,395,848.91	\$94,077,630.87
ISR (35%)	\$34,055,666.36	\$34,527,350.23	\$34,088,547.12	\$32,927,170.81
RUT (10%)	\$9,730,190.39	\$9,864,957.21	\$9,739,584.89	\$9,407,763.09
Utilidad Neta	\$53,516,047.14	\$54,257,264.65	\$53,567,716.90	\$51,742,696.98

Tabla 69. Disminución de ventas en un 15% (2022-2025)

VPN = \$212,572,197.06

TIR = 39%

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE CÁSCARA DE NARANJA

Disminución de ventas en un 20%

Concepto	2017	2018	2019	2020	2021
Ventas Netas Facturadas	\$217,789,349.23	\$192,798,450.71	\$213,344,010.67	\$236,079,007.49	\$261,236,758.43
Costos Fijos	\$5,160,548.49	\$5,160,548.49	\$5,160,548.49	\$5,160,548.49	\$5,160,548.49
Depreciación	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23
Amortización	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26	\$4,711,774.26
Mantenimiento preventivo	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00
Otros	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00
Costos Variables	\$97,299,351.54	\$117,439,020.20	\$135,458,996.20	\$156,314,647.65	\$180,455,872.08
Materias primas	\$91,344,143.53	\$111,186,051.79	\$128,893,379.36	\$149,420,749.97	\$173,217,279.52
Servicios auxiliares	\$2,450,211.34	\$2,572,721.91	\$2,701,358.01	\$2,836,425.91	\$2,978,247.20
Mano de obra	\$1,163,304.00	\$1,221,469.20	\$1,282,542.66	\$1,346,669.79	\$1,414,003.28
Consumo energético	\$2,281,692.67	\$2,395,777.31	\$2,515,566.17	\$2,641,344.48	\$2,773,411.70
Mantenimiento correctivo	\$60,000.00	\$63,000.00	\$66,150.00	\$69,457.50	\$72,930.38
Utilidad Bruta	\$115,329,449.19	\$70,198,882.02	\$72,724,465.98	\$74,603,811.35	\$75,620,337.86
Gastos de Operación	\$8,293.00	\$8,707.65	\$9,143.03	\$9,600.18	\$10,080.19
Distribución	\$4,000.00	\$4,200.00	\$4,410.00	\$4,630.50	\$4,862.03
Otros	\$4,293.00	\$4,507.65	\$4,733.03	\$4,969.68	\$5,218.17
Utilidad de Operación	\$115,321,156.19	\$70,190,174.37	\$72,715,322.95	\$74,594,211.17	\$75,610,257.67
ISR (35%)	\$40,362,404.67	\$24,566,561.03	\$25,450,363.03	\$26,107,973.91	\$26,463,590.18
RUT (10%)	\$11,532,115.62	\$7,019,017.44	\$7,271,532.29	\$7,459,421.12	\$7,561,025.77
Utilidad Neta	\$63,426,635.91	\$38,604,595.90	\$39,993,427.62	\$41,026,816.14	\$41,585,641.72

Tabla 70. Disminución de ventas en un 20% (2017-2021)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR
DE CÁSCARA DE NARANJA

Concepto	2022	2023	2024	2025
Ventas Netas Facturadas	\$289,075,444.19	\$319,880,758.50	\$353,968,840.02	\$391,689,516.72
Costos Fijos	\$448,774.23	\$448,774.23	\$448,774.23	\$448,774.23
Depreciación	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23	\$396,106.23
Amortización	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Mantenimiento preventivo	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00
Otros	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00	\$4,668.00
Costos Variables	\$209,381,397.14	\$240,763,846.18	\$278,235,600.29	\$321,631,453.87
Materias primas	\$201,780,874.95	\$232,783,297.88	\$269,856,024.58	\$312,832,899.37
Servicios auxiliares	\$3,127,159.56	\$3,283,517.54	\$3,447,693.42	\$3,620,078.09
Mano de obra	\$1,484,703.45	\$1,558,938.62	\$1,636,885.55	\$1,718,729.83
Consumo energético	\$2,912,082.29	\$3,057,686.40	\$3,210,570.72	\$3,371,099.26
Mantenimiento correctivo	\$76,576.89	\$80,405.74	\$84,426.03	\$88,647.33
Utilidad Bruta	\$79,245,272.82	\$78,668,138.09	\$75,284,465.50	\$69,609,288.62
Gastos de Operación	\$10,584.20	\$11,113.41	\$11,669.08	\$12,252.54
Distribución	\$5,105.13	\$5,360.38	\$5,628.40	\$5,909.82
Otros	\$5,479.08	\$5,753.03	\$6,040.68	\$6,342.72
Utilidad de Operación	\$79,234,688.62	\$78,657,024.68	\$75,272,796.41	\$69,597,036.08
ISR (35%)	\$27,732,141.02	\$27,529,958.64	\$26,345,478.74	\$24,358,962.63
RUT (10%)	\$7,923,468.86	\$7,865,702.47	\$7,527,279.64	\$6,959,703.61
Utilidad Neta	\$43,579,078.74	\$43,261,363.57	\$41,400,038.03	\$38,278,369.84

Tabla 71. Disminución de ventas en un 20% (2022-2025)

VPN = \$141,007,812.39

TIR = 33%

Conclusiones

El objetivo general de esta tesis fue realizar un estudio de prefactibilidad para la instalación y comercialización de una planta productora de un bioplástico a partir de cáscara de naranja, determinando la viabilidad y rentabilidad del proyecto.

Para cumplir con el punto anterior se realizaron diferentes estudios (mercado, técnico y financiero) cumpliendo cada uno de los objetivos particulares:

1. Realizar una investigación bibliográfica basada en fundamentos teóricos y técnicos requeridos para este proyecto.
 - Se realizó una investigación teórica básica de polímeros, bioplásticos y la cáscara de naranja como materia prima.
2. Desarrollar un estudio de mercado en el cual se dará a conocer la propuesta del producto y determinar el tamaño de la planta.
 - La propuesta del producto es “bolsas biodegradables tubulares en rollo con asa”, este producto permite competir con las bolsas sintéticas de polietileno utilizadas ampliamente en supermercados, tiendas de conveniencia y pequeños negocios.
 - Para el diseño del proceso se propone una producción de 2,154 Ton/año. Esta fue determinada por la demanda aparente proyectada para el año 2030, la cual permitirá el crecimiento en la actividad productiva de la planta de 85%.
3. Obtener experimentalmente un bioplástico a partir de cáscara de naranja y pectina cítrica.
 - Se obtuvieron diferentes muestras de películas bioplásticas presentando diferentes propiedades de acuerdo con variaciones realizadas en la cantidad de materias primas (cáscara de naranja, pectina cítrica y glicerol). La concentración de cáscara de naranja influyó directamente en la textura de la película bioplástica, la pectina cítrica en la reacción y obtención de la misma, mientras que la concentración de glicerol en la elasticidad y flexibilidad.

- La prueba experimental D.3 (Relación 1:1 Cáscara de naranja: pectina) obtuvo los mejores resultados en cuanto a sus propiedades físicas y mecánicas, por lo cual, se realizó el diseño del proceso en base a esta.
4. Desarrollar un estudio técnico que involucra la ingeniería básica y parcialmente la ingeniería de detalle.
- Se realizó la ingeniería básica del proyecto incluyendo descripción del proceso, Diagrama de Flujo de proceso (DFP), balance de materia y energía, diseño y seleccionamiento de equipos de proceso y servicios auxiliares, además del plano de localización general (PLG).
 - Se realizó parcialmente la ingeniería de detalle del proyecto incluyendo Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI) del proceso y servicios auxiliares, así como los requerimientos principales de construcción de la planta.
5. Realizar una evaluación financiera considerando la factibilidad del proyecto.
- La inversión total para la instalación de la planta es de: 101,546,859.14.
 - Los valores del valor presente neto (VPN = \$482,352,938.58) y tasa interna de retorno (TIR =53%) cumplieron con los criterios de un proyecto altamente rentable, por lo tanto, puede considerarse la realización de este.
 - El tiempo de recuperación de capital (TRC) aproximado es de 1.65 años.
 - El análisis de sensibilidad demuestra que el proyecto sigue siendo rentable en diferentes circunstancias como cambio en los costos variables, gastos de operación y disminución de la producción. Los valores de VPN y TIR siguen proyectando una gran rentabilidad, sin embargo, para el año 2025 las utilidades van decreciendo, lo que requiere un ajuste en costos para seguir generando grandes utilidades.

Como conclusión general se tiene que las bolsas bioplásticas derivadas a partir de cáscara de naranja son una gran alternativa para la disminución de la contaminación ambiental provocada por el consumo excesivo de las bolsas de plástico sintéticas.

Referencias Bibliográficas

- [1] M. Beltrán and A. Marcilla, "Estructura y Propiedades de los Polímeros," *Tecnología de Polímeros, Procesado y Propiedades*, pp. 17-60, 2012.
- [2] O. Rutiaga, *Elaboración de películas plásticas flexibles a partir de polímeros naturales como una alternativa de empaque y la evaluación de sus propiedades*, Universidad Autónoma de Nuevo León, 2002.
- [3] F. López, "Fundamentos de polímeros," Escuela Venezolana para la Enseñanza de la Química, Venezuela, 2004.
- [4] F. Díaz, "Conformado de materiales plásticos," Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán Izcalli, 2012.
- [5] K. Romero, "Tecnopolímeros," 28 Marzo 2016. [Online]. Available: <http://tecnopolimeros.blogspot.mx/2011/03/tipos-de-polimeros.html>.
- [6] J. Rodríguez, L. Castro and J. Del Real, "Materiales en la Ingeniería," *En Procesos Industriales para Materiales Metálicos*, pp. 33-34, 2006.
- [7] "Tecnología de los Plásticos," 28 Marzo 2016. [Online]. Available: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.mx/2013/07/polimerizacion.html>.
- [8] "Polímeros," 28 Marzo 2016. [Online]. Available: <http://polimeros456.blogspot.mx/2010/11/introduccion-y-breve-historia-sobre-los.html>.
- [9] A. Andrady and M. Neal, "Applications and societal benefits of plastics," *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, pp. 1977-1984, 2009.
- [10] L. Flores, "Manufactura," 29 Marzo 2016. [Online]. Available: <http://www.manufactura.mx/industria/2013/02/20/plastico-mas-fuerte-en-2013>.

- [11] ANIPAC, "Anuario Estadístico 2014," Asociación Nacional de la Industria del Plástico, México, 2014.
- [12] G. Pacheco, N. Flores and R. Rodríguez, "Biolplásticos," *Bio Tecnología*, pp. 27-36, 2014.
- [13] ASTM, "Standard Terminology Relating To Plastics," 30 Marzo 2016. [Online]. Available: <https://www.astm.org/Standards/D883.htm>.
- [14] J. Fernández and P. Vargas, *Elaboración de un plan de negocios para determinar la factibilidad de la producción de bioplásticos a partir de papa en contra de la contaminación en Colombia*, Universidad Militar Nueva Granada, 2015.
- [15] SORTEM, "Biolplásticos," 30 Marzo 2016. [Online]. Available: <http://www.sortem.com.mx/ventajas.html>.
- [16] L. Cobian, "Valores críticos para la evaluación de una empresa que inicia (start-up) con opciones reales de crecimiento," Tesis de maestría, Texcoco, Edo. de México, 2012.
- [17] M. Vázquez, V. Espinoza, V. Beltrán and P. Velasco, "Biolplásticos y plásticos biodegradables," 19 Junio 2016. [Online]. Available: <http://www.anipac.com/bioplasticos.pdf>.
- [18] J. Stagner, V. Dias and R. Narayan, "Application and performance of maleated thermoplastics starch - poly (butylene adipate-co-terephthalate) blends form films," *Journal of Applied Polymer Science*, pp. 135-142, 2012.
- [19] X. Tang, P. Kumar, S. Alavi and K. Sandeep, "Recent advances in biopolymers and biopolymer-based nanocomposite for food packaging materials," *Food Science and Nutrition*, pp. 426-441, 2012.
- [20] M. Aider, "Chitosan application for active bio-based films production and potential in the food industry," *Food Science and Technology*, pp. 837-842, 2010.

- [21] D. Lednická, J. Mergaert and J. Swings, "Isolation and identification of cellulolytic bacteria involved in the degradation of natural cellulosic fibers," *Systematic and Applied Microbiology* , pp. 292-299, 2000.
- [22] M. Rubio and J. Guerrero, "Polímeros utilizados en la elaboración de películas biodegradables," *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, pp. 173-181, 2012.
- [23] T. Bourtoom, "Edible films and coating: characteristics and properties," *International Food Research Journal*, pp. 1-12, 2008.
- [24] G. Robertson, "Food Packaging and Shelf Life," *CRC Press*, p. 388, 2010.
- [25] D. Lee, K. Yam and L. Piergiovanni, "Food packaging science and technology," *CRC Press*, p. 629, 2008.
- [26] M. Valero, Y. Ortegón and Y. Uscategui, "Biopolímeros: Avances y Perspectivas," *Dyna*, pp. 171-180, 2013.
- [27] E. Consumer, "Frutas "Guía práctica de frutas", " 30 Marzo 2016. [Online]. Available: <http://frutas.consumer.es/naranja/propiedades>.
- [28] "SAGARPA," 26 Mayo 2016. [Online]. Available: <http://www.siap.gob.mx/naranja/>.
- [29] "SIAP," 30 Mayo 2016. [Online]. Available: <http://infosiap.gob.mx/images/stories/infogramas/100602-reporte-naranja.pdf>.
- [30] R. Amador, J. García and J. Hernández, "Industrialización de la cáscara de naranja," Universidad Autónoma Metropolitana, México, 2012.
- [31] D. Pérez and I. Pérez, *La Distribución como elemento esencial del Marketing*, Madrid, España: Escuela de negocios (eoi), 2006.
- [32] INEGI, "Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE)," 17 Mayo 2016. [Online]. Available: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue>.

- [33] "Gobierno del Estado de México," 10 Julio 2016. [Online]. Available:
http://edomex.gob.mx/municipios_mexiquenses.
- [34] "Secretaría de Desarrollo Económico," 10 Julio 2016. [Online]. Available:
http://desarrolloeconomico.edomex.gob.mx/quimico_farmaceutico.
- [35] G. d. E. d. México, "Plan Municipal de Desarrollo Urbano de La Paz," Julio 2003.
[Online]. Available:
http://seduv.edomexico.gob.mx/planes_municipales/paz_la/PMDU%20la%20paz.pdf.
- [36] M. Iborra, Á. Dasí, C. Dolz and C. Ferrer, Fundamentos de dirección de empresas,
Valencia: Paraninfo, 2014.
- [37] INEGI, Encuesta anual de empresas constructoras, Aguascalientes: Instituto
Nacional de Estadística y Geografía, 2015.
- [38] V. Alvarado, Ingeniería económica, México: Grupo Editorial Patria, 2014.
- [39] J. Campos, Finanzas II (Finanzas corporativas), México: SUAyED, 2015.
- [40] J. Morales, "La estructura financiera de las corporaciones del sector
telecomunicaciones de la Bolsa de Valores," *Economía informa*, pp. 39-51, 2011.
- [41] J. Duque, "ABCFinanzas," 12 Abril 2018. [Online]. Available:
<https://www.abcfincanzas.com/administracion-financiera/valor-presente-neto>.
- [42] P. Bonta and M. Farber, 199 Preguntas sobre marketing, Bogotá: Grupo Editorial
Norma, 2002.
- [43] J. Meza, Matemáticas financieras aplicadas, Bogotá: ECOE Ediciones, 2011.
- [44] J. Iturrioz, "Diccionario Económico," 20 Abril 2018. [Online]. Available:
<http://www.expansion.com/diccionario-economico/plazo-de-recuperacion.html>.

- [45] INEGI, "Banco de Información Económica (BIE)," 26 11 2016. [Online]. Available: www.inegi.com.
- [46] CONAPO, "Consejo Nacional de la Población," 30 11 2016. [Online]. Available: www.conapo.com.
- [47] S. Resistencias TOPE, "Calentamiento Industrial de gases o líquidos," 28 Julio 2017. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=7AhhhyKYGLM>.
- [48] Indeed, "Media salarial en México," 22 Noviembre 2017. [Online]. Available: www.indeed.com.mx.
- [49] INEGI, Encuesta anual de empresas constructoras 2015, Aguascalientes, Aguascalientes: Instituto Nacional de estadística y geografía, 2015.
- [50] J. Duque, 5 Mayo 2018. [Online]. Available: <https://www.abcfinanzas.com/administracion-financiera/que-es-un-analisis-de-sensibilidad>.

Anexos

A. Glosario de términos

Biomasa. Todo aquel material proveniente de los seres vivos bien sea plantas, animales o microorganismos.

Biotecnología. Conjunto de técnicas que involucran la manipulación de organismos vivos o sus componentes para producir sustancias, desarrollar procesos o proporcionar servicios.

Capital contable. Representa el derecho de los propietarios sobre los activos netos que surge de las aportaciones de los dueños y socios, por transacciones y otros eventos o circunstancias que afectan a la empresa o entidad y el cual se ejerce mediante reembolso o distribución.

Compostable. Material que puede biodegradarse por acción microbiológica en un corto período de tiempo y sin dejar residuos visibles ni tóxicos.

Consumo aparente. Estimación de consumo de un producto y/o servicio en una región por un periodo de tiempo determinado.

Consumo per cápita. Indicador utilizado para la estimación de consumo de un producto y/o servicio por persona en un tiempo determinado.

Demanda aparente. Demanda estimada para un periodo establecido, esta se elabora cuando no existen datos de demanda histórica y se basa en la estimación de datos anuales de producción, exportación e importación.

Demanda potencial. Es la máxima demanda posible que se podría dar para uno o varios productos en un mercado determinado.

Enlace covalente. Tipo de enlace químico que se da entre átomos en los cuales los pares de electrones se comparten entre ellos.

Exportación. Todo bien y/o servicio legítimo que el país productor o emisor envía como mercancía a un tercero para su compra o utilización.

Extrusión. Proceso industrial mecánico, en donde se realiza una acción de moldeado del plástico.

Flujo de efectivo. Variación de entrada y salida de efectivo de una empresa en un periodo determinado.

Importación. Conjunto de bienes y/o servicios comprados por un país en territorio extranjero para su utilización en territorio nacional.

ISR (Impuesto Sobre la Renta). Impuesto directo sobre las ganancias obtenidas en el ejercicio, siendo las ganancias la diferencia entre los ingresos y las deducciones autorizadas.

Método Casting. Proceso mediante el cual un líquido es vertido en un molde y dejado para su reacción, curado o endurecimiento para formar un objeto rígido que reproduce la cavidad del molde.

RU (Reparto de Utilidades). Es una prestación que por ley las empresas y patronos entregan a los trabajadores durante los meses de mayo y junio.

Rútacea. Familia de plantas angiospermas pertenecientes al orden *sapindales*, agrupa alrededor de 160 géneros y 1600 especies, dentro de esta se encuentra el género *citrus*.

Tasa de interés. Representa la proporción en la que se desea que crezca un monto inicial al término de un periodo determinado. Es la representación porcentual de la razón entre el interés y el monto inicial o presente.

Utilidad bruta. Diferencia entre los ingresos de una empresa y su costo de ventas o costo de producción.

Utilidad de operación. Utilidad generada por las operaciones normales de la empresa antes de deducir.

Utilidad neta. Utilidad resultante después de restar y sumar de la utilidad operacional, los gastos e ingresos no operacionales respectivamente, los impuestos y la reserva legal.

Valor de rescate. Es el monto que la empresa pretende recibir por vender el activo al retirarlo del servicio.

Vida útil. Periodo de tiempo durante el cual un activo se encuentra en condiciones de servir.

B. Balance de materia y energía

Corriente	Contenido	W (Kg/hr)	T (°C)	Fase	Q (Kcal/hr)
1	Cáscara de naranja	323.65	Tamb	Solido	0.00
2	Cáscara de naranja	323.65	Tamb	Solido	0.00
3	Cáscara de naranja	340.68	Tamb	Solido	0.00
4	Cáscara de naranja	340.68	Tamb	Solido	0.00
5	Cáscara de naranja	115.71	80.00	Solido	5,664.00
6	Cáscara de naranja	130.87	Tamb	Solido	0.00
7	Cáscara de naranja	15.16	Tamb	Solido	0.00
8	Cáscara de naranja	115.71	Tamb	Solido	0.00
9	Pectina	115.71	Tamb	Solido	0.00
10	Glicerol	72.90	Tamb	Liquido	0.00
11	Glicerol	72.90	Tamb	Liquido	0.00
12	Glicerol	72.90	Tamb	Liquido	0.00
13	Glicerol	72.90	Tamb	Liquido	0.00
14	Etanol	1,403.02	Tamb	Liquido	0.00
15	Etanol	1,403.02	Tamb	Liquido	0.00
16	Etanol	1,403.02	Tamb	Liquido	0.00
17	Etanol	1,403.02	Tamb	Liquido	0.00
18	Mezcla de reacción	1,707.51	60.00	Líquido	34,662.43
19	Mezcla de reacción	1,707.51	60.00	Líquido	34,662.43
20	Agua caliente	582.19	30.00	Liquido	-34,931.07
21	Agua caliente	582.19	30.00	Liquido	-34,931.07
22	Agua caliente	582.19	90.00	Liquido	37,841.99
23	Agua caliente	582.19	90.00	Liquido	37,841.99
24	Benzoato de sodio	0.02	Tamb	Solido	0.00

Tabla 72. Balance de materia y energía

C. Resultados experimentales secundarios

B.1 Secado de naranjas

Prueba	Peso Total Naranja (Kg)	Peso Naranja sin Jugo (Kg)	Peso Naranja sin Bagazo (kg)	Peso Naranja Seca (kg)	Rendimiento (%)
1	0.158	0.102	0.045	0.014	8.86
2	0.159	0.082	0.040	0.020	12.57
3	0.225	0.099	0.043	0.015	6.66
4	0.173	0.087	0.062	0.019	10.98
5	0.159	0.113	0.039	0.018	11.32
6	0.165	0.092	0.061	0.016	9.69
7	0.193	0.110	0.062	0.015	7.77
8	0.170	0.113	0.042	0.014	8.23
9	0.222	0.102	0.045	0.012	5.40
10	0.163	0.093	0.037	0.013	7.97
11	0.175	0.096	0.052	0.013	7.42
12	0.148	0.117	0.041	0.018	12.16
13	0.160	0.092	0.035	0.012	7.50
14	0.166	0.099	0.043	0.018	10.84
15	0.191	0.102	0.039	0.016	8.37
Total	2.627	1.499	0.686	0.233	Valor prom. (9.04)

Tabla 73. Secado de cáscara de naranja tipo Valencia

B.2 Densidad de Cáscara de Naranjas

Prueba	Masa (Kg)	Volumen (m ³)	Densidad (Kg/m ³)
Cáscara de Naranja sin Jugo	0.099	0.00014	707.1428
Cáscara de Naranja sin Bagazo	0.051	0.00006	850
Cáscara de Naranja Seca	0.025	0.00004	625
Cáscara de Naranja Seca y Molida	0.005	0.00001	500

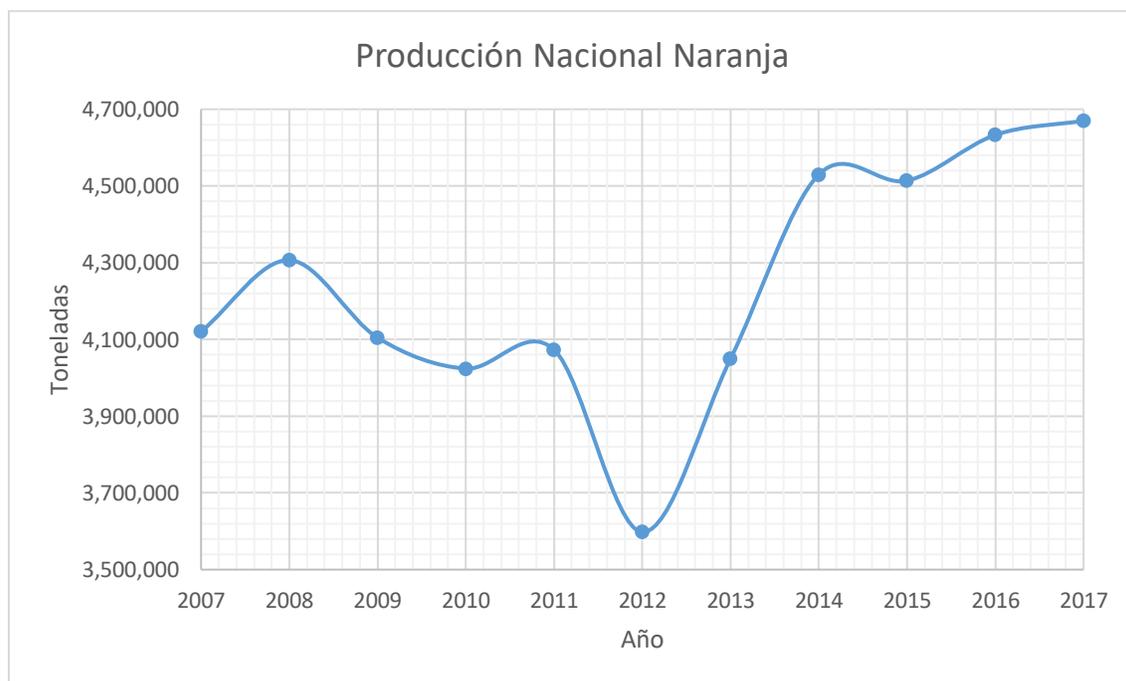
Tabla 74. Densidad de cáscara de naranja

B.3 Tamizado

Malla Tyler	Peso (g)	Peso (g)	Dpi (mm)
100/200	7.6436	7.3982	0.07366
200/325	6.7584	6.8621	0.04318
325/Bandeja	1.1422	0.9616	0.05799

Tabla 75. Tamizado de cáscara de naranja

D. Datos de mercado de la naranja



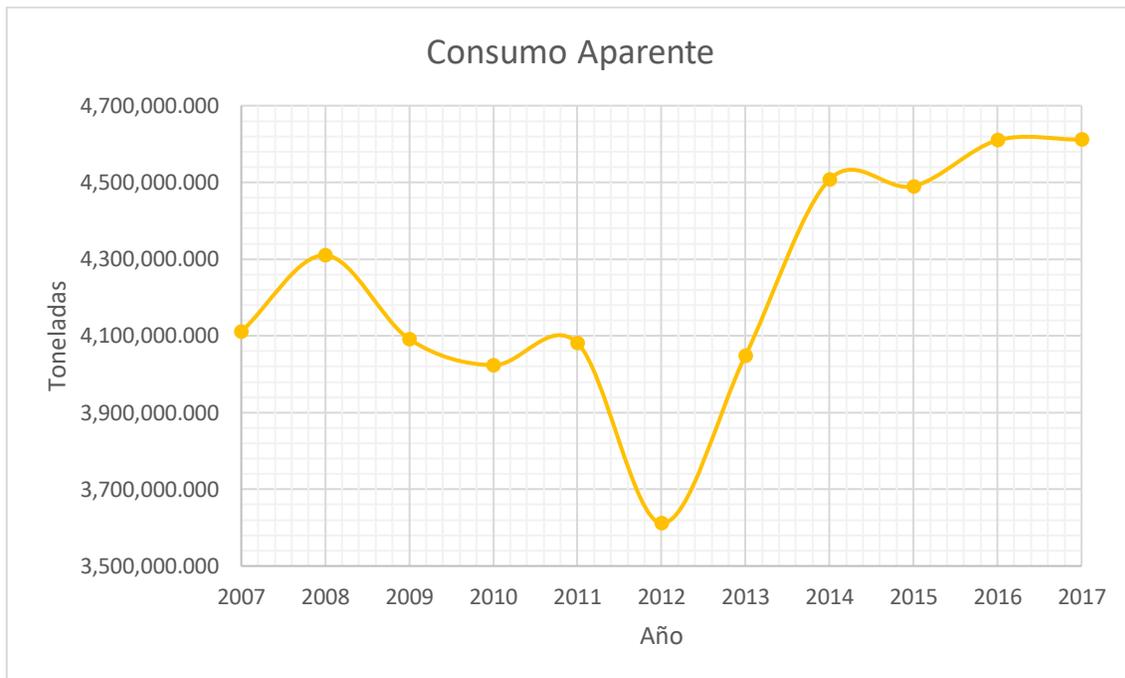
Grafica 10. Producción nacional de naranja (Fuente: SIAP, Producción agrícola)



Grafica 11. Importaciones de naranja (Fuente: SIAVI)

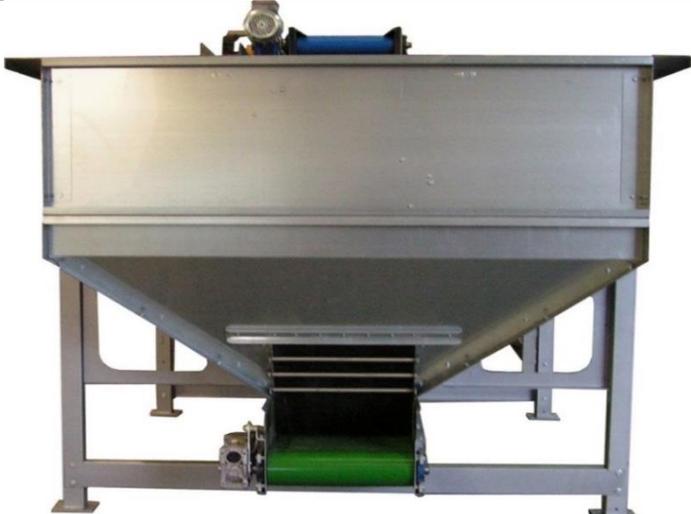


Grafica 12. Exportaciones de naranja (Fuente: SIAVI)

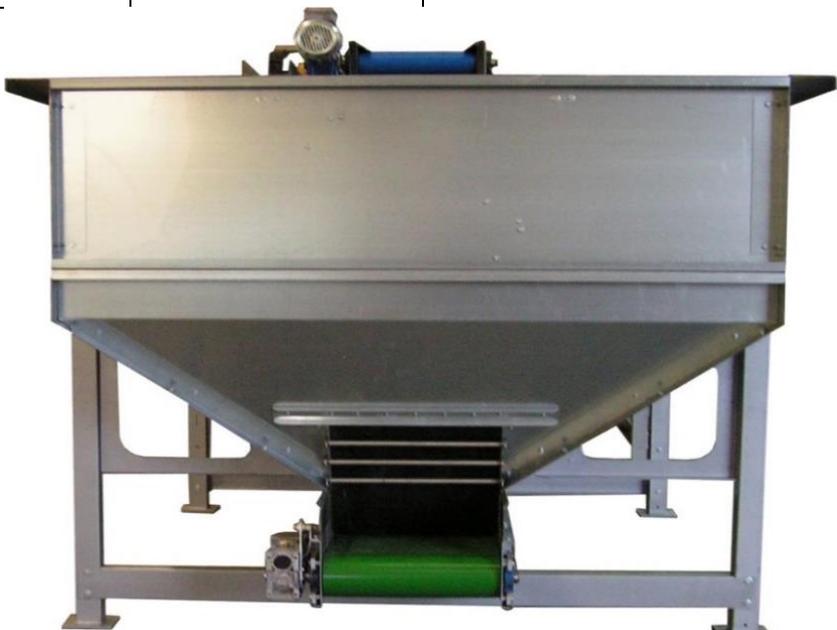


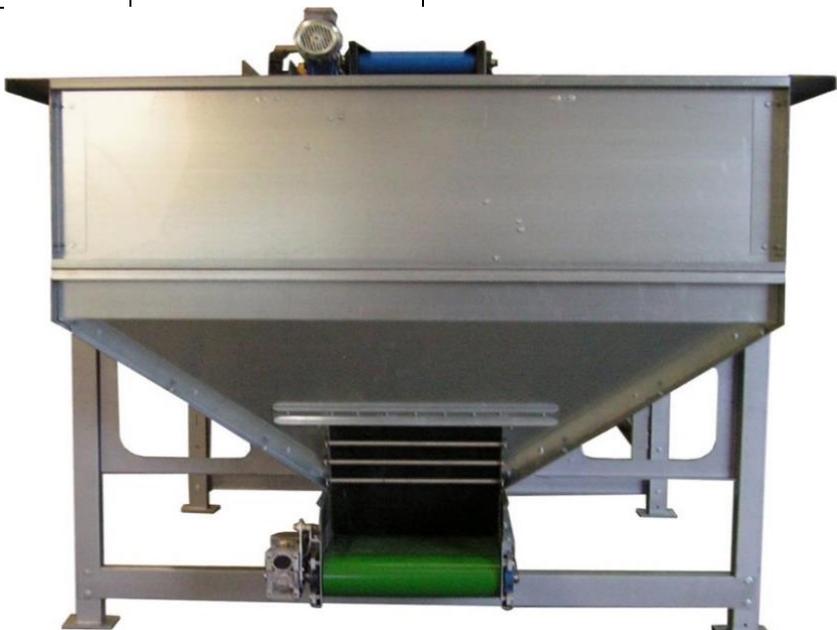
Grafica 13. Consumo aparente (Fuente: Elaboración propia con datos del SIAVI)

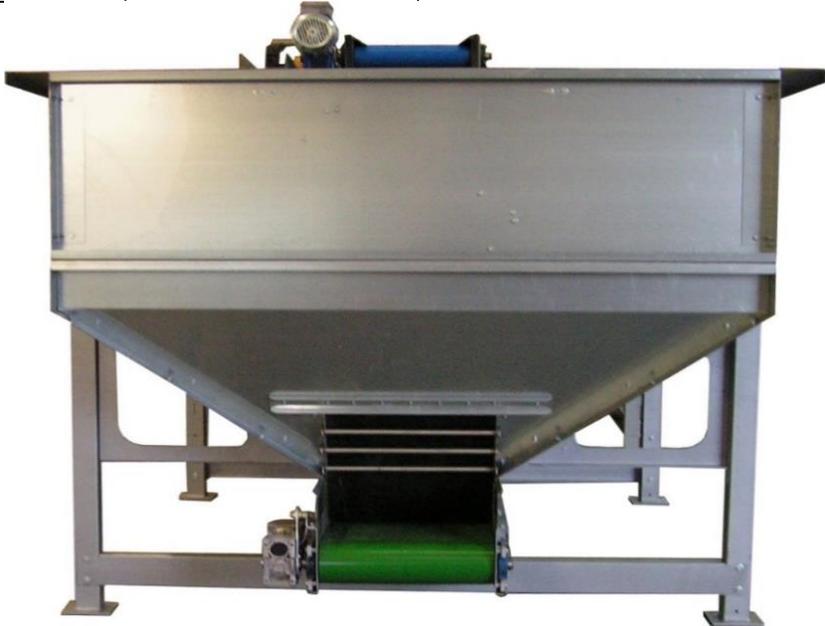
E. Hojas de datos de equipo

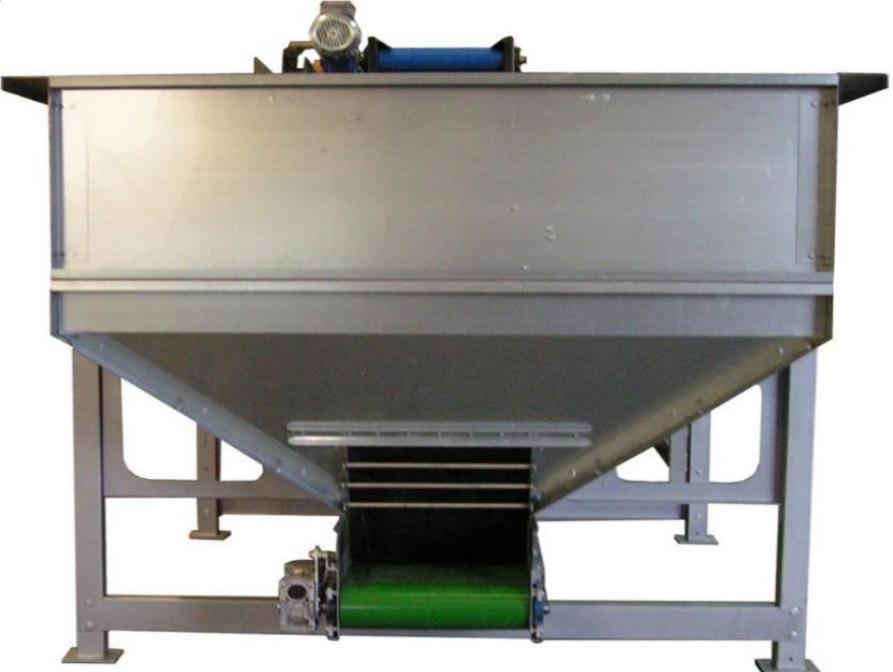
			
	Hoja de Especificaciones de Equipo de Proceso		
	TOLVA		
	TL-01	FECHA: 11/11/18	
FUNCIÓN	Tolva de Almacenamiento y Dosificación de Cáscara de naranja con bagazo		
DESCRIPCIÓN	Esta tolva de almacenamiento está diseñada para actuar como un amortiguador en la línea de producción cuando la Cáscara de naranja con bagazo deba almacenarse temporalmente, cuenta con un sensor de nivel, una cinta transportadora con regulación de velocidad y balanza integrada para el pesaje de la materia prima.		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
CAPACIDAD	708 kg/h	Sensor de Nivel	
VOLUMEN	1.1 m ³	Banda Transportadora (Velocidad variable)	
MATERIAL	Acero inoxidable 304	Plataforma Incluida	
ENERGÍA	6 – 12 Kw	Balanza de Pesaje	
VOLTAJE	220 – 380 v		
DIMENSIONES			
LARGO	2.2 m		
ALTURA	2.2 m		
ANCHO	1.2 m		
			

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA
PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE CÁSCARA DE NARANJA

		
	Hoja de Especificaciones de Equipo de Proceso	
	TOLVA	
	TL-02	FECHA: 11/11/18
FUNCIÓN	Tolva de Almacenamiento y Dosificación de Cáscara de naranja sin bagazo	
DESCRIPCIÓN	Esta tolva de almacenamiento está diseñada para actuar como un amortiguador en la línea de producción cuando la Cáscara de naranja sin bagazo deba almacenarse temporalmente, cuenta con un sensor de nivel, una cinta transportadora con regulación de velocidad y balanza integrada para el pesaje de la materia prima.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
CAPACIDAD	324 kg/h	Sensor de Nivel
VOLUMEN	0.42 m ³	Banda Transportadora (Velocidad variable)
MATERIAL	Acero inoxidable 304	Plataforma Incluida
ENERGÍA	6 – 12 Kw	Balanza de Pesaje
VOLTAJE	220 – 380 v	
DIMENSIONES		
LARGO	1.85 m	
ALTURA	1.85 m	
ANCHO	0.85 m	
		

		
	Hoja de Especificaciones de Equipo de Proceso	
	TOLVA	
	TL-03	FECHA: 11/11/18
FUNCIÓN	Tolva de Almacenamiento y Dosificación de Cáscara de naranja limpia	
DESCRIPCIÓN	Esta tolva de almacenamiento está diseñada para actuar como un amortiguador en la línea de producción cuando la Cáscara de naranja limpia deba almacenarse temporalmente, cuenta con un sensor de nivel, una cinta transportadora con regulación de velocidad y balanza integrada para el pesaje de la materia prima.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
CAPACIDAD	341 kg/h	Sensor de Nivel
VOLUMEN	0.6 m ³	Banda Transportadora (Velocidad variable)
MATERIAL	Acero inoxidable 304	Plataforma Incluida
ENERGÍA	6 – 12 Kw	Balanza de Pesaje
VOLTAJE	220 – 380 v	
DIMENSIONES		
LARGO	2 m	
ALTURA	2 m	
ANCHO	1 m	
		

		
	Hoja de Especificaciones de Equipo de Proceso	
	TOLVA	
	TL-04	FECHA: 11/11/18
FUNCIÓN	Tolva de Almacenamiento y Dosificación de Cáscara de naranja limpia y seca	
DESCRIPCIÓN	Esta tolva de almacenamiento está diseñada para actuar como un amortiguador en la línea de producción cuando la Cáscara de naranja limpia y seca deba almacenarse temporalmente, cuenta con un sensor de nivel, una cinta transportadora con regulación de velocidad y balanza integrada para el pesaje de la materia prima.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
CAPACIDAD	116 kg/h	Sensor de Nivel
VOLUMEN	0.26 m ³	Banda Transportadora (Velocidad variable)
MATERIAL	Acero inoxidable 304	Plataforma Incluida
ENERGÍA	6 – 12 Kw	Balanza de Pesaje
VOLTAJE	220 – 380 v	
DIMENSIONES		
LARGO	1.2 m	
ALTURA	1.7 m	
ANCHO	0.7 m	
		

		
	Hoja de Especificaciones de Equipo de Proceso	
	TOLVA	
	TL-05	FECHA: 11/11/18
FUNCIÓN	Tolva de Almacenamiento y Dosificación de Pectina	
DESCRIPCIÓN	Esta tolva de almacenamiento está diseñada para actuar como un amortiguador en la línea de producción cuando la Pectina deba almacenarse temporalmente, cuenta con un sensor de nivel, una cinta transportadora con regulación de velocidad y balanza integrada para el pesaje de la materia prima.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
CAPACIDAD	116 kg/h	Sensor de Nivel
VOLUMEN	0.18 m ³	Banda Transportadora (Velocidad variable)
MATERIAL	Acero inoxidable 304	Plataforma Incluida
ENERGÍA	6 – 12 Kw	Balanza de Pesaje
VOLTAJE	220 – 380 v	
DIMENSIONES		
LARGO	1.2 m	
ALTURA	1.7 m	
ANCHO	0.7 m	
		

			
	Hoja de Especificaciones de Equipo de Proceso		
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO		
	TA-01		FECHA: 11/11/18
FUNCIÓN	Tanque de Almacenamiento Horizontal de Glicerol		
DESCRIPCIÓN	Utilizado para almacenar el glicerol a presión y temperatura ambiente para alimentar al reactor. Tanque de almacenamiento de acero inoxidable para líquidos utilizado ampliamente en industria alimenticia, farmacéutica, química, etc. Consta de un cuerpo cilíndrico horizontal construido de una sola capa, su diseño permite una fácil y rápida limpieza del equipo.		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
Volumen nominal de 10m ³		Válvula de desfogue	
Diseño de tapas toriesféricas		Material de acero inoxidable 304	
Productos de limpieza CIP		Estándar ISO9001	
Cubierta de aireación sanitaria			
DIMENSIONES			
Diámetro nominal	1.8 m	Diámetro de boca	0.45 m
Longitud	4.23 m	Diámetro de salida	50.8 mm
Altura	2.3 m		
			

			
	Hoja de Especificaciones de Equipo de Proceso		
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO		
	TA-02		FECHA: 11/11/18
FUNCIÓN	Tanque de Almacenamiento Horizontal de Etanol		
DESCRIPCIÓN	Utilizado para almacenar el etanol (50%) a presión y temperatura ambiente para alimentar al reactor. Tanque de almacenamiento de acero inoxidable para líquidos utilizado ampliamente en industria alimenticia, farmacéutica, química, etc. Consta de un cuerpo cilíndrico horizontal construido de una sola capa, su diseño permite una fácil y rápida limpieza del equipo.		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
Volumen nominal de 30m ³		Válvula de desfogue	
Diseño de tapas toriesféricas		Material de acero inoxidable 304	
Productos de limpieza CIP		Estándar ISO9001	
Cubierta de aireación sanitaria			
DIMENSIONES			
Diámetro nominal	2.4 m	Diámetro de boca	0.5 m
Longitud	7.2 m	Diámetro de salida	76.2 mm
Altura	3 m		
			

		
	Hoja de Especificaciones de Equipo de Proceso	
	LAVADORA DE INMERSIÓN CON ASPERSIÓN	
	LA-01	FECHA: 11/11/18
FUNCIÓN	Utilizada para el lavado de las cáscaras de naranja, cuenta con un tanque de inmersión con turbulencia además de espreas que permiten un mejor lavado de la materia prima.	
DESCRIPCIÓN	Este equipo consta de un tanque de lavado, elevador tipo malla, tolva de descarga, tanque de recirculación, motobomba, tubería y espreas.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
Capacidad variable (<1 Ton/h)	Elevador tipo malla plástica	
Material: Acero Inoxidable 304	Tolva de descarga	
Motobomba de 2 Hp	Tanque de recirculación con placas de filtrado, rebosadero y dren	
Estructura en perfil tubular con bases para anclaje	Tubería en acero inoxidable con válvulas de bronce y espreas tipo cono lleno	
Tanque de recepción y lavado	Tablero de control	
DIMENSIONES		
LARGO	2.233 m	
ALTURA	1.738 m	
ANCHO	1.028 m	
		

			
	Hoja de Especificaciones de Equipo de Proceso		
	SECADOR DE CHAROLAS O BANDERAS		
	SC-01A/B		FECHA: 11/11/18
FUNCIÓN	Utilizado para el secado de las cáscaras de naranja, cuenta con un ventilador y calentador de aire para permitir el secado de la materia prima.		
DESCRIPCIÓN	Este equipo dispone de dos gabinetes con capacidad de 36 charolas cada uno, equipado con un sistema automático de control de temperatura, un ventilador de flujo axial que permite la circulación del aire caliente dentro del secador y un calentador de aire. Este tipo de secador tiene una mayor eficiencia (35%-45%) que un horno convencional.		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
Capacidad de secado:	350 kg/h	Energía (W):	7.5 KW
Aire consumido:	60 kg/h	Peso:	2110 kg
Potencia del ventilador:	2.2 KW	Charolas:	72
Voltaje:	380 V	Dimensiones charolas	0.7m x 1 m
DIMENSIONES			
LARGO	3.43 m		
ALTURA	2.2 m		
ANCHO	2.62 m		
			

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE CÁSCARA DE NARANJA

		
	Hoja de Especificaciones de Equipo de Proceso	
	MOLINO PULVERIZADOR	
	MP-01A/B	FECHA: 11/11/18
FUNCIÓN	Utilizado para la pulverización de las cáscaras de naranja seca para posteriormente alimentar al tamiz en el proceso de producción.	
DESCRIPCIÓN	Este equipo trabaja mediante un sistema de turbina de alto impacto que por medio de impulso eléctrico logra reducir las partículas eficazmente del tamaño que sean deseadas, la granulometría es controlable por medio de una malla intercambiable por la cual es expulsado el producto. Es ideal para transformar productos en polvo, pasta o granulados.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
Capacidad:	100 – 500 Kg/h	Tolva de carga y descarga
Potencia:	5 HP	Compuerta ajustable para regular el flujo
Peso:	490 kg	Sistema de enfriamiento del producto
Turbina:	6 aspas	Acero resistente de alto impacto
Material	Acero Inoxidable 304	Descarga: manual o automática.
Válvula de mariposa		
DIMENSIONES		
LARGO	2.36 m	
ALTURA	2.6 m	
ANCHO	0.7 m	
		

			
	Hoja de Especificaciones de Equipo de Proceso		
	TAMIZ VIBRATORIO LINEAL		
	TV-01A/B	FECHA: 11/11/18	
FUNCIÓN	Utilizado para obtener el tamaño óptimo de cáscara de naranja seca y molida que requiere el proceso.		
DESCRIPCIÓN	Este tamiz cuenta con una caja de tamizado, un marco de tamizado, un motor vibratorio, un amortiguador de impacto y una base mecánica, ideal para trabajo continuo y una alta eficiencia de tamizado, su estructura se encuentra totalmente cerrada por lo que evita desbordamiento del polvo, el marco puede ser reemplazado fácilmente por diferentes números de malla.		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
Capacidad:	100 – 150 Kg/h	Dirección ángulo	45°
Tamaño de pantalla:	0.5 x 2.5 m	Voltaje:	220 – 380 V
Apertura de malla:	0.074 mm	Potencia:	2 KW
Tamaño de partícula	0.06 mm	Frecuencia de vibración:	960 R/min
Material	Acero Inoxidable 304		
DIMENSIONES			
LARGO	2.5 m		
ALTURA	1.7 m		
ANCHO	1 m		
			

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA
PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE CÁSCARA DE NARANJA

			
	Hoja de Especificaciones de Equipo de Proceso		
	REACTOR DE TANQUE AGITADO ENCHAQUETADO		
	TV-01A/B	FECHA: 11/11/18	
FUNCIÓN	Utilizado para el mezclado de las materias primas y reacción del proceso en caliente, la salida del reactor alimenta directamente al extrusor para el obtener el producto final.		
DESCRIPCIÓN	Este equipo se compone principalmente de un tanque de acero inoxidable, una chaqueta y un sistema de agitación. El sellado es de tipo mecánico, mantiene la presión de la mezcla en el tanque, es resistente a la corrosión y de larga durabilidad. La chaqueta puede ser alimentada por diferentes servicios auxiliares como vapor, agua fría, agua caliente, salmuera fría, etc. Los sólidos se pueden cargar al reactor manual o automáticamente dependiendo del proceso, los líquidos se alimentan a través de tuberías conectadas a las boquillas del reactor, la solución o suspensión obtenida se descarga del reactor a través de una válvula de descarga inferior.		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
Capacidad:	2 m ³ (por lote)	Potencia del agitador:	1.5 KW
Material:	Acero Inoxidable 304	Energía:	380 – 440 V
Presión máxima en tanque:	0.2 MPa	Velocidad de rotación:	18 – 200 rpm
Presión máxima en chaqueta:	0.3 MPa	Área de intercambio de calor:	7.5 m ²
Válvula de desfogue		Peso:	2300 Kg
DIMENSIONES			
LARGO	2.5 m	Diámetro de carga principal:	0.4 m
ALTURA	1.3 m	Diámetro de boquillas para líquidos:	40 mm
ANCHO	1.3 m	Diámetro de descarga:	50.8 mm
			

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA
PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE CÁSCARA DE NARANJA

			
	Hoja de Especificaciones de Equipo de Proceso		
	MÁQUINA DE EXTRUSIÓN DE PELÍCULA SOPLADA		
	EX-01A/B	FECHA: 11/11/18	
FUNCIÓN	Este equipo se utiliza para la formación de las películas biodegradables de la forma tubular en rollo, se alimenta con la mezcla de salida del reactor.		
DESCRIPCIÓN	Esta máquina de extrusión está equipada con controladores de temperatura, velocidad y tensión que permiten la producción de películas tubulares de alta calidad. Su sistema de rodillos de velocidad ajustable permite un fácil bobinado de las películas, además cuenta con un sistema de reciclaje el cual evita la pérdida de la materia prima, el material plástico que se desecha puede alimentarse nuevamente a la máquina de extrusión.		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
Capacidad de salida máxima:	150 kg/h	Diámetro del husillo:	80 mm
Espesor de película:	0.005 – 0.08 mm	Tornillo (L/D):	30:1
Potencia de conducción:	18 KW	Velocidad del tornillo:	10 – 100 rpm
Potencia Total:	30 KW	Ancho máximo de película:	0.5 m
Peso:	7.5 Ton	Velocidad:	10 – 80 m/min
DIMENSIONES			
LARGO	7 m		
ALTURA	7.5 m		
ANCHO	2.7 m		
			

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA PLANTA
PRODUCTORA DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE CÁSCARA DE NARANJA

			
	Hoja de Especificaciones de Equipo de Proceso		
	MÁQUINA AUTOMÁTICA DE SELLADO Y CORTADO PARA BOLSAS DE ASA		
	EX-01A/B	FECHA: 11/11/18	
FUNCIÓN	Esta máquina es utilizada especialmente para fabricar las bolsas de asa tipo camiseta, además de imprimir en ellas el logo de la empresa o cualquier otra impresión para su uso final.		
DESCRIPCIÓN	Esta máquina cuenta con un sistema automático de impresión y cortado, controlador de velocidad y temperatura y un dispositivo de alarma con conteo automático. También tiene funciones de protección automática como sobrecarga, sobre voltaje y sobre corriente, es fácil de operar y tiene una alta velocidad de producción por lo que es altamente eficiente.		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
Velocidad máxima de producción:	150 piezas/min	Espesor máximo de bolsa:	0.15 mm
Anchura máxima de bolsa:	0.4 m	Potencia del motor:	12 KW
Longitud máxima de bolsa:	1.2 m	Peso aproximado:	800 kg
DIMENSIONES			
LARGO	3.6 m		
ALTURA	1.7 m		
ANCHO	1.2 m		
			

F. Especificaciones del producto final

Presentación	Medidas (cm)	Peso unitario (g)	Precio unitario de venta (MXN)	Costo unitario de producción (MXN)
500 bolsas	30 x 40	5	\$1.00	\$0.4871
250 bolsas	30 x 40	5	\$1.00	\$0.4871
500 bolsas	35 x 50	6	\$1.20	\$0.5845
250 bolsas	35 x 50	6	\$1.20	\$0.5845

Tabla 76. Especificaciones del producto final