

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA
INSTALACIÓN DE UNA PLANTA
PRODUCTORA DE POLÍMEROS A PARTIR
DE ALMIDÓN DE YUCA (*Manihot esculenta*)**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

Kevin Andre Aranda Lozano

Código 20152711

Rafael Eduardo Davila Salinas

Código 20152887

Asesor

Maria Teresa Malaga Ortiz

Lima – Perú

Abril de 2022

**PREFEASIBILITY STUDY FOR THE
INSTALLATION OF A PLANT PRODUCING
POLYMERS FROM CASSAVA STARCH**
(Manihot esculenta)

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVII
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES	1
1.1 Problemática de investigación	1
1.2 Objetivos de la investigación.....	2
1.3 Alcance de la investigación	3
1.4 Justificación del tema	3
1.5 Hipótesis del trabajo	7
1.6 Marco referencial.....	7
1.7 Marco conceptual.....	10
CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO	13
2.1 Aspectos generales del estudio de mercado.....	13
2.1.1 Definición comercial del producto	13
2.1.2 Usos del producto, bienes sustitutos y complementarios	14
2.1.3 Determinación del área geográfica que abarcará el estudio	15
2.1.4 Análisis del sector industrial (cinco fuerzas de PORTER).....	15
2.1.5 Modelo de Negocios (Canvas).....	19
2.2 Metodología a emplear en la investigación de mercado.....	20
2.3 Demanda potencial	20
2.3.1 Patrones de consumo	20
2.3.2 Determinación de la demanda potencial en base a patrones de consumo ..	22
2.4 Determinación de la demanda de mercado.....	23
2.4.1 Demanda del proyecto en base a data histórica	23
2.5 Análisis de la oferta	31
2.5.1 Empresas productoras, importadoras y comercializadoras.....	31
2.5.2 Participación de mercado de competidores actuales	32
2.5.3 Competidores potenciales si hubiera	32
2.6 Definición de la estrategia de comercialización.....	33
2.6.1 Políticas de comercialización y distribución	33

2.6.2	Publicidad y promoción.....	34
2.6.3	Análisis de precios.....	35
	CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA.....	38
3.1	Identificación y análisis detallado de los factores de localización	38
3.2	Identificación y descripción de las alternativas de localización.....	40
3.3	Evaluación y selección de localización	41
3.3.1	Evaluación y selección de la macro localización	41
3.3.2	Evaluación y selección de la micro localización	48
	CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA.....	53
4.1	Relación tamaño-mercado	53
4.2	Relación tamaño-recursos productivos.....	53
4.3	Relación tamaño-tecnología	55
4.4	Relación tamaño-punto de equilibrio.....	57
4.5	Selección de tamaño de planta.....	59
	CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	60
5.1	Definición técnica del producto.....	60
5.1.1	Especificaciones técnicas, composición y diseño del producto.....	60
5.1.2	Marco regulatorio para el producto	61
5.2	Tecnologías existentes y procesos de producción	61
5.2.1	Naturaleza de la tecnología requerida.....	61
5.2.2	Proceso de producción.....	65
5.3	Características de las instalaciones y equipos	69
5.3.1	Selección de la maquinaria y equipos.....	69
5.3.2	Especificación de la maquinaria	70
5.4	Capacidad instalada	80
5.4.1	Cálculo detallado del número de máquinas y operarios requeridos	80
5.4.2	Cálculo de la capacidad instalada	82
5.5	Resguardo de la calidad e inocuidad del producto	84
5.5.1	Calidad de la materia prima, de los insumos, del proceso y del producto...84	
5.6	Estudio de impacto ambiental.....	85
5.7	Seguridad y salud ocupacional	87
5.8	Sistema de mantenimiento.....	94
5.9	Diseño de la cadena de suministro.....	95

5.10	Programa de producción.....	97
5.11	Requerimiento de insumos, servicios y personal indirecto	100
5.11.1	Materia prima, insumos y otros materiales.....	100
5.11.2	Servicios: energía eléctrica, agua, vapor, combustible.....	100
5.11.3	Determinación del número de trabajadores indirectos	102
5.11.4	Servicio de terceros.....	103
5.12	Disposición de planta.....	103
5.12.1	Características físicas del proyecto.....	103
5.12.2	Determinación de las zonas físicas requeridas	108
5.12.3	Cálculo de áreas para cada zona	109
5.12.4	Dispositivos de seguridad industrial y señalización	119
5.12.5	Disposición de detalle de la zona productiva	120
5.12.6	Disposición general	126
5.13	Cronograma de implementación del proyecto.....	128
	CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN.....	129
6.1	Formación de la organización empresaria	129
6.2	Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios	129
6.3	Esquema de la estructura organizacional.....	133
	CAPÍTULO VII: PRESUPUESTOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO	134
7.1	Inversiones.....	134
7.1.1	Estimación de las inversiones a largo plazo (Tangibles e intangibles)	134
7.1.2	Estimación de las inversiones de corto plazo (Capital de trabajo)	138
7.2	Costos de producción.....	140
7.2.1	Costos de las materias primas.....	140
7.2.2	Costo de mano de obra directa.....	140
7.2.3	Costo indirecto de fabricación	141
7.3	Presupuesto operativo.....	142
7.3.1	Presupuesto de ingreso por ventas.....	142
7.3.2	Presupuesto operativo de costos	143
7.3.3	Presupuesto operativo de gastos	143
7.4	Presupuestos financieros.....	145
7.4.1	Presupuesto de servicio deuda	145
7.4.2	Presupuesto de estado de resultados	146

7.4.3	Presupuesto de estado de situación financiera (apertura).....	148
7.4.4	Flujo de fondos netos.....	152
7.5	Evaluación económica y financiera.....	153
7.5.1	Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR	154
7.5.2	Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR.....	155
7.5.3	Análisis de ratios e indicadores económicos y financieros del proyecto.....	155
7.5.4	Análisis de sensibilidad del proyecto	157
	CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO	160
8.1	Indicadores sociales.....	160
8.2	Interpretación de indicadores sociales	161
	CONCLUSIONES	163
	RECOMENDACIONES	165
	REFERENCIAS	166
	BIBLIOGRAFÍA	168

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Proveedores de almidón de yuca en el Perú, por departamentos.....	17
Tabla 2.2	Tasa de crecimiento de países sudamericanos en el 2018	21
Tabla 2.3	Consumo per cápita de plástico en Perú, Chile, Argentina y Brasil.....	22
Tabla 2.4	Cálculo de la demanda potencial del producto (Tm).....	22
Tabla 2.5	Cálculo de la DIA	23
Tabla 2.6	Cálculo del promedio móvil	24
Tabla 2.7	R ² de cada función	25
Tabla 2.8	Demanda proyectada (2022-2026)	25
Tabla 2.9	Cálculo de la demanda del proyecto.....	28
Tabla 2.10	Participación de empresas importadoras de bolsas biodegradables (2020) ..	29
Tabla 2.11	Empresas importadoras de polietileno y polipropileno (2020).....	31
Tabla 2.12	Empresas exportadoras de polietileno y polipropileno (2020).....	31
Tabla 2.13	Empresas que exportan polietileno y polipropileno al Perú	32
Tabla 2.14	Clientes potenciales	33
Tabla 2.15	Precio referencial del polietileno, polipropileno y almidón de maíz.....	37
Tabla 3.1	Tabla de enfrentamiento	41
Tabla 3.2	Número de empresas productoras o comercializadoras de almidón de yuca	42
Tabla 3.3	Población peruana con acceso a agua por medio de red pública.....	42
Tabla 3.4	Tarifa de consumo de energía eléctrica MT2	44
Tabla 3.5	Población económicamente activa (PEA) del 2016 al 2018.....	45
Tabla 3.6	Red vial nacional, por el tipo de superficie, según departamento, 2018	47
Tabla 3.7	Escala de calificación	47
Tabla 3.8	Ranking de factores	48
Tabla 3.9	Tabla de enfrentamiento	48
Tabla 3.10	Precios por sector Lima y provincia constitucional del Callao (\$/m ²)	49
Tabla 3.11	Número de empresas que fabrican bolsas plásticas por distrito	49
Tabla 3.12	Ranking de distritos peligrosos de Lima y el Callao	50
Tabla 3.13	Ubicación de las empresas abastecedoras de insumos	51
Tabla 3.14	Ranking de factores	51

Tabla 4.1	Demanda del proyecto (2022-2026)	53
Tabla 4.2	Requerimientos de insumos para 1 tonelada de producto	53
Tabla 4.3	Empresas comercializadoras de almidón de yuca	54
Tabla 4.4	Cantidad de polímero posible a producir con la oferta de almidón de yuca	54
Tabla 4.5	Cálculo de la capacidad instalada	56
Tabla 4.6	Costo variable unitario	57
Tabla 4.7	Costo variable unitario con contingencias	58
Tabla 4.8	Costos y gastos fijos	58
Tabla 4.9	Costos fijos con contingencias	58
Tabla 4.10	Selección del tamaño de planta	59
Tabla 5.1	Especificaciones técnicas del producto	60
Tabla 5.2	Composición de polímero de almidón de yuca	60
Tabla 5.3	Método de criterio técnico para selección de proceso de obtención de TPS	64
Tabla 5.4	Elección de las tecnologías más apropiadas	65
Tabla 5.5	Especificaciones técnicas de la balanza industrial con tolva	70
Tabla 5.6	Especificaciones técnicas del elevador de tornillo	71
Tabla 5.7	Especificaciones técnicas del tanque mezclador	71
Tabla 5.8	Especificaciones técnicas de la extrusora de doble tornillo	72
Tabla 5.9	Especificaciones técnicas de la cinta transportadora	73
Tabla 5.10	Especificaciones técnicas del secador de lecho fluidizado	73
Tabla 5.11	Especificaciones técnicas del tamiz	74
Tabla 5.12	Especificaciones técnicas de la envasadora con elevador de tornillo	75
Tabla 5.13	Especificaciones técnicas de la cortadora industrial	75
Tabla 5.14	Especificaciones técnicas del ventilador	76
Tabla 5.15	Especificaciones técnicas de la balanza industrial	77
Tabla 5.16	Especificaciones técnicas de la tolva con tornillo	77
Tabla 5.17	Especificaciones técnicas de la bomba con agua	78
Tabla 5.18	Especificaciones técnicas del tanque de agua	79
Tabla 5.19	Especificaciones técnicas del tubo de polipropileno	79
Tabla 5.20	Número de máquinas	81
Tabla 5.21	Número de operarios	81
Tabla 5.22	Cálculo de la capacidad instalada	83
Tabla 5.23	Características físicas del almidón de yuca	84

Tabla 5.24	Impactos ambientales del proyecto.....	86
Tabla 5.25	Criterios de calificación.....	86
Tabla 5.26	Evaluación de impactos ambientales.....	87
Tabla 5.27	Rangos de nivel de impacto ambiental.....	87
Tabla 5.28	Matriz IPERC.....	89
Tabla 5.31	Identificación de fuentes de potencial incendio.....	93
Tabla 5.32	Fallas o averías en las máquinas.....	94
Tabla 5.33	Plan de mantenimiento.....	95
Tabla 5.34	Cálculo de la desviación estándar de la demanda.....	98
Tabla 5.35	Datos para calcular el stock de seguridad (SS).....	99
Tabla 5.36	Cálculo del stock de seguridad (SS).....	99
Tabla 5.37	Plan de producción.....	99
Tabla 5.38	Requerimiento de materia prima e insumos.....	100
Tabla 5.39	Requerimiento de sacos.....	100
Tabla 5.40	Consumo de energía eléctrica de la maquinaria.....	100
Tabla 5.41	Consumo de energía eléctrica por área.....	101
Tabla 5.42	Requerimiento de agua.....	102
Tabla 5.43	Mano de obra indirecta.....	102
Tabla 5.44	Instalación de servicios higiénicos.....	106
Tabla 5.45	Cantidad de Lux requerido por zona en la planta.....	107
Tabla 5.46	Método Guerchet - Elementos estáticos.....	110
Tabla 5.47	Método Guerchet - Elementos móviles.....	110
Tabla 5.48	Valor de K, hee y hem.....	111
Tabla 5.49	Cálculo de espacio requerido para almacenar materia prima.....	114
Tabla 5.50	Cálculo del espacio requerido para almacenar producto terminado.....	114
Tabla 5.51	Área para almacenar la glicerina.....	115
Tabla 5.52	Área para almacenar el ácido esteárico.....	115
Tabla 5.53	Área para almacenar el bicarbonato de sodio y el ácido cítrico.....	116
Tabla 5.54	Área para almacenar sacos de producto terminado.....	116
Tabla 5.55	Área del almacén de insumos.....	116
Tabla 5.56	Cálculo del área funcional y total de almacenes.....	117
Tabla 5.57	Área de cada zona de la planta (verificar si necesita cambio).....	118
Tabla 5.58	Valor de proximidades.....	120

Tabla 5.59	Lista de motivos.....	121
Tabla 5.60	Relación entre áreas.....	122
Tabla 6.1	Personal administrativo de la empresa.....	130
Tabla 6.2	Funciones del personal administrativo	130
Tabla 6.3	Personal operativo requerido de la empresa	131
Tabla 6.4	Funciones del personal operativo	132
Tabla 6.5	Personal tercerizado de la empresa.....	132
Tabla 6.6	Funciones del personal tercerizado.....	132
Tabla 7.1	Costos de maquinaria.....	134
Tabla 7.2	Costos de equipos complementarios.....	135
Tabla 7.3	Costos de equipos de laboratorio	135
Tabla 7.4	Costos por m2 de terrenos en parques industriales de Lima.....	136
Tabla 7.5	Costo de terreno y edificación construida	136
Tabla 7.6	Activos tangibles no fabriles	137
Tabla 7.7	Activos intangibles	137
Tabla 7.8	Costos y gastos incluidos en el capital de trabajo.....	138
Tabla 7.9	Cálculo del capital de trabajo	138
Tabla 7.10	Inversión total	140
Tabla 7.11	Costos de las materias primas.....	140
Tabla 7.12	Costo de mano de obra directa.....	141
Tabla 7.13	Costo de mano de obra indirecta (MOI)	141
Tabla 7.14	Consumo de agua de área operativa	141
Tabla 7.15	Consumo de energía de área operativa	142
Tabla 7.16	Costos indirectos de fabricación	142
Tabla 7.17	Presupuesto de ingreso por ventas	143
Tabla 7.18	Presupuesto operativo de costos	143
Tabla 7.19	Sueldos administrativos	143
Tabla 7.20	Presupuesto operativo de gastos	144
Tabla 7.21	Gastos de ventas	144
Tabla 7.22	Participación de la inversión total.....	145
Tabla 7.23	Estructura de la deuda.....	145
Tabla 7.24	Cronograma de pagos	146
Tabla 7.25	Estado de resultados (2022 - 2026)	146

Tabla 7.26 Costo de producción total (2022 - 2026)	147
Tabla 7.27 Cálculo del costo de producción unitario o costo de venta unitario	148
Tabla 7.28 Cálculo del costo de ventas total.....	148
Tabla 7.29 Flujo de caja (2022)	149
Tabla 7.30 Estado de situación financiera	150
Tabla 7.31 Flujo de fondos económicos (2021 - 2025)	152
Tabla 7.32 Flujo de fondos financieros (2022 - 2026)	152
Tabla 7.33 Cálculo del beta apalancado	153
Tabla 7.34 Cálculo del costo de oportunidad del inversionista (K_e).....	153
Tabla 7.35 Evaluación económica	154
Tabla 7.36 Evaluación financiera	155
Tabla 7.37 Interpretación de indicadores económicos y financieros.....	156
Tabla 7.38 Variación en el precio de venta	158
Tabla 7.39 Variación en los costos de materiales directos	159
Tabla 8.1 Valor agregado.....	160

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Imagen referencial del producto	13
Figura 2.2 Gráfico de líneas con línea de tendencia lineal	24
Figura 2.3 Gráfico de líneas de la demanda proyectada	25
Figura 2.4 Pregunta de intención de compra	27
Figura 2.5 Precios al por mayor de productos de plástico nacional (2016-2019).....	36
Figura 3.1 Población peruana con acceso a agua potable por medio de red pública.....	43
Figura 3.2 Población peruana con acceso a red pública de alcantarillado.....	44
Figura 5.1 Diagrama de operaciones del proceso (DOP)	68
Figura 5.2 Balance de materia	69
Figura 5.3 Balanza industrial con tolva	70
Figura 5.4 Elevador de tornillo	71
Figura 5.5 Tanque mezclador	72
Figura 5.6 Extrusora de doble tornillo	72
Figura 5.7 Cinta transportadora	73
Figura 5.8 Secador de lecho fluidizado	74
Figura 5.9 Tamiz.....	74
Figura 5.10 Envasadora con elevador de tornillo	75
Figura 5.11 Cortadora industrial.....	76
Figura 5.12 Ventilador.....	76
Figura 5.13 Balanza industrial	77
Figura 5.14 Tolva con tornillo	78
Figura 5.15 Bomba de agua	78
Figura 5.16 Tanque de agua.....	79
Figura 5.17 Tubo de polipropileno	80
Figura 5.18 Diseño de la red de la cadena de suministro	96
Figura 5.19 Consumo de energía en la planta.....	101
Figura 5.20 Análisis relacional	121
Figura 5.21 Diagrama relacional	122
Figura 5.22 Distribución de la zona de producción	124

Figura 5.23 Disposición general de la planta.....	126
Figura 5.24 Cronograma de implementación del proyecto.....	128
Figura 6.1 Esquema de la estructura organizacional	133



RESUMEN

En los últimos años, el mundo se ha visto perjudicado por el cambio climático debido a la contaminación de residuos sólidos. Uno de estos residuos son los plásticos, cuyo tiempo de degradación, dependiendo del tipo, varía entre 100 a 1 000 años. Por este motivo, se ha propuesto estudiar técnica y económicamente la producción de un material sustituto al plástico para la elaboración de bolsas: Polímeros elaborados a partir de almidón de yuca.

Para la definición de la demanda del proyecto, se partió de la DIA de un material al que el presente proyecto podría sustituir, utilizando las importaciones y exportaciones de polietileno y polipropileno, para luego proyectar esta información para los años del proyecto. Luego, sobre estos datos, se aplicó promedio móvil para darle una propensión más estable a la demanda. Finalmente, a partir de la realización de encuestas, se segmentó la demanda proyectada con la intensidad e intención, así como el respectivo porcentaje de participación de bolsas biodegradables para cada año y la demanda a cubrir, tomando una empresa similar como referencia, estimándose una demanda para el último año del proyecto de 22 973 sacos de 50 kilogramos.

La planta está ubicada en el distrito de San Juan de Lurigancho, en la provincia de Lima, en el departamento de Lima, donde la disponibilidad de materia prima (almidón de yuca) fue fundamental para elegir el departamento, así como la cercanía al mercado y el costo del terreno lo fueron para elegir el distrito.

Con respecto al tamaño de planta, no existe limitante de tecnología ni de recursos productivos, por lo que la demanda fue quien definió el tamaño de la planta, siendo 22 973 sacos de 50 kilogramos, de acuerdo al último año.

Con respecto a la tecnología usada para la metodología, el método para producción de almidón termoplastificado fue el seleccionado, tras haber realizado un análisis de calidad, complejidad y disponibilidad de información frente a los otros 2 métodos disponibles. Con respecto a la tecnología usada para la maquinaria, considerando que la extrusión es la operación principal del proceso, se decidió utilizar la

extrusora de doble tornillo, debido a que esta se usa para trabajos con alta humedad de materiales, y el material entrante en este proceso contiene una gran cantidad de agua.

Para elaborar el programa de producción anual, se tuvo que calcular un stock de seguridad, un inventario inicial y un inventario final para cada año. Para el último año del proyecto, se calculó una producción de 24 052 sacos de 50 kg.

La disposición de planta se determinó a partir de diferentes metodologías, de lo cual se obtuvo un área total para la nave industrial de 1 140 m².

El proyecto se estimó en un monto de inversión de S/ 2 402 594,93, donde el 60% fue financiado por un préstamo bancario para ser pagado en los siguientes 5 años, y se estimó un VAN financiero acumulado de S/ 2 703 724,15 y un TIR financiero de 68,54% para los 5 años que dura el proyecto.

Por último, se realizó una evaluación social del proyecto, para evaluar cómo impacta el presente proyecto en la sociedad, donde se obtuvo un valor agregado actual acumulado de S/10 626 670,92.

Palabras clave: Almidón de yuca, Plástico, Polietileno, Polipropileno, Biodegradable, Bolsas, Polímeros

ABSTRACT

In recent years, the world has been hurt by climate change due to solid waste pollution. One of these wastes are plastics, whose degradation time, depending on the type, varies between 100 to 1 000 years. For this reason, it has been proposed to study technically and economically the production of a substitute material for plastic for making bags: Polymers made from cassava starch.

To define the demand of the project, the DIA of a material that the present project could replace was based on, using the imports and exports of polyethylene and polypropylene, to then project this information for the years of the project. Then, on these data, the moving average was applied to give a more stable propensity to the demand. Finally, from conducting surveys, the projected demand was segmented with the intensity and intention, as well as the respective percentage of participation of biodegradable bags for each year and the demand to be covered, taking a similar company as a reference, estimating a demand for the last year of the project of 22 973 bags of 50 kilograms.

The plant is located in the district of San Juan de Lurigancho, in the province of Lima, in the department of Lima, where the availability of raw material (cassava starch) was essential to choose the department, as well as proximity to the market and the cost of the land was to choose the district.

Regarding the size of the plant, there is no limitation of technology or productive resources, so the demand was the one who defined the size of the plant, being 22 973 bags of 50 kilograms, regarding to the last year.

Regarding the technology used for the methodology, the method for the production of thermoplasticized starch was selected, after having carried out an analysis of quality, complexity and availability of information compared to the other 2 available methods. Regarding the technology used for the machinery, considering that extrusion is the main operation of the process, it was decided to use the twin-screw extruder, because it is used for works with high humidity of materials, and the incoming material in this process contains a large amount of water.

To prepare the annual production schedule, a safety stock, beginning inventory, and ending inventory had to be calculated for each year. For the last year of the project, a production of 24 052 50-kg bags was calculated.

The layout of the plant was determined based on different methodologies, from which a total area of 1 140 m² was obtained for the industrial plant.

The project was estimated at an investment amount of S/ 2 402 594,93, where 60% was financed by a bank loan to be paid in the next 5 years, and an accumulated financial VAN of S/ 2 703 724,15 and a TIR of 68,54% were estimated for the 5 years that the project lasts.

Finally, a social evaluation of the project was carried out, to evaluate how this project impacts society, where an accumulated current added value of S/ 10 626 670,92 was obtained.

Keywords: Cassava starch, Plastic, Polyethylene, Polypropylene, Biodegradable, Pouch, Polymers

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 Problemática de investigación

El tema de investigación es el estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de producción de polímeros a partir de almidón de yuca. Su relevancia en la ingeniería radica en los métodos a seguir para determinar la viabilidad del proyecto: Localización, tamaño y capacidad de planta, análisis de los factores de diseño de instalación, cálculo del área de producción, análisis de indicadores económico y financieros, etc. Además, se usarán máquinas que en la actualidad son usadas en muchos procesos industriales.

La necesidad que se busca satisfacer es la creación de productos que tengan poco tiempo de degradación (por ser orgánicos) y eviten la contaminación. Estos productos son los biodegradables y buscan reemplazar a los sintéticos, que tienen un largo tiempo de degradación y ocupan espacio en los rellenos sanitarios. Estos residuos, en el tiempo, generan contaminación en el agua, suelo y aire. Es sustancial indicar que el presente proyecto de investigación buscará relevar exclusivamente a tres tipos de plásticos en formas primarias: el polipropileno, el polietileno de densidad inferior a $0,94 \text{ g/cm}^3$ y el de densidad superior a $0,94 \text{ g/cm}^3$, los cuales son los más empleados en la elaboración de bolsas plásticas en el Perú.

Actualmente, los plásticos convencionales están perdiendo, parcialmente, presencia en el mercado; incluso hay lugares donde ya no aceptan bolsas plásticas derivadas del petróleo. Lo mencionado se ve reflejado en los supermercados o en varias tiendas de conveniencia en donde dejaron de brindar estos tipos de producto o existe un impuesto por su uso. Esto se debe principalmente a la implementación de la Ley de plásticos N° 30884, la cual según el Ministerio del Ambiente (MINAM, s.f.):

Regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables, impulsada por el Ministerio del Ambiente...La aplicación de este impuesto es gradual, y corresponde a la adquisición de cada bolsa de plástico (por unidad) que el cliente (consumidor final) adquiera. El artículo 12 de la Ley n.º 30884, precisa que la cuantía del impuesto al consumo de las bolsas de plástico es gradual y se incrementa paulatinamente: S/ 0,10 en el 2019, S/ 0,20 en el 2020,

S/ 0,30 en el 2021, S/ 0,40 en el 2022 y S/ 0,50 en el 2023 y años subsiguientes (párr. 1 y 3).

1.2 Objetivos de la investigación

Objetivo general

Determinar la viabilidad técnica, económica, financiera, ambiental y social del proyecto de investigación

Objetivos específicos

- Determinar la demanda específica del proyecto a partir de un estudio de mercado
- Especificar la ubicación en la que se instalará la planta, tanto a nivel macro como a nivel micro, por medio de determinados métodos de localización
- Determinar el tamaño óptimo de la planta de producción a partir del tamaño-mercado, tamaño-disponibilidad de materia prima, tamaño-tecnología, tamaño-financiamiento y tamaño-punto de equilibrio
- Precisar las especificaciones técnicas del producto, la descripción del proceso de producción del mismo, la maquinaria implicada en cada actividad del proceso, así como realizar los cálculos necesarios para establecer adecuadamente una planta
- Definir la formación y la estructura organizacional de la empresa, así como los requerimientos y funciones para cada puesto de trabajo
- Detallar los aspectos económicos y financieros como las inversiones, costos, presupuestos y flujos de fondos netos del proyecto
- Llevar a cabo la evaluación económica y financiera del proyecto, y efectuar el análisis de sus ratios y de la sensibilidad del proyecto
- Determinar cómo afecta socialmente el desarrollo del proyecto a través de indicadores sociales

1.3 Alcance de la investigación

a. Unidad de análisis

El objeto de investigación es el polímero biodegradable elaborado a partir de almidón de yuca. La presentación de este será en pellets de 10 mm de diámetro y 10 mm de altura, que serán envasados en sacos de 50 kg.

b. Población

El proyecto va dirigido hacia empresas que adquieran materia prima para elaborar bolsas plásticas.

c. Espacio

El espacio en el que se desarrollará el proyecto es en el departamento de Lima, al encontrarse las empresas que fabrican bolsas plásticas que, finalmente, son las que van a adquirir el producto. Asimismo, Lima también es el lugar donde se obtendrá la materia prima, ya que es ahí donde se encuentran los proveedores del almidón de yuca.

d. Tiempo

El periodo de investigación se desarrollará por un periodo de tiempo de dos años: 2020 y 2021.

1.4 Justificación del tema

a. Técnica

Para una correcta justificación tecnológica del trabajo de investigación, se analizarán todos los componentes que influyen en la parte técnica del estudio. Estos pueden ser: mano de obra, maquinaria, materiales, métodos, medición y medio ambiente. A continuación, se justificará si los elementos, previamente mencionados, son factibles para el proyecto.

A pesar del cierre de varias empresas y reducción de personal en muchas otras debido a la pandemia del COVID-19, el Perú pudo aumentar en un 52,6% la población ocupada del país para el segundo trimestre del 2021, en comparación con el mismo periodo del 2020. La población económicamente activa (PEA) sigue siendo inferior a la del 2019 para el segundo trimestre del 2021, por un 0,9%; sin embargo, por tercer trimestre consecutivo, viene aumentando. Debido a esta considerable recuperación, se

evidencia que encontrar personal calificado para operar la planta no será un problema. Asimismo, en muchas regiones el país se pueden hallar institutos como SENATI o TECSUP, los cuales forman profesionales técnicos capacitados para operar maquinaria industrial; así como casas de estudio que ofrecen educación superior y forjan profesionales tales como ingenieros químicos e industriales; y administradores, contadores, etc.

La máquina esencial para el proceso de producción es la extrusora. Esta se puede adquirir en el Perú en la empresa Continental Asian Machinery (CAM) y a través de Alibaba. Sin embargo, se tendrán en cuenta más empresas a la hora de adquirir la maquinaria, considerando el precio y rendimiento de cada una. Al pertenecer a un país con facilidades para importar y exportar productos, además de los tratados de libre comercio existentes, se evaluará importar maquinaria dependiendo la calidad requerida y el precio de esta. Por otro lado, los potenciales clientes necesitarían máquinas que se adapten a la producción de materiales biodegradables (restricción técnica), lo cual les puede generar un costo adicional y generar un obstáculo en cuanto a la adquisición de este producto natural; sin embargo, esto puede ser obviado debido a las exigencias del mercado, el cual solicita el uso de productos eco-amigables, producto de la concientización que existe a nivel mundial de la contaminación medioambiental,

Respecto a los materiales, se analizarán cada uno de ellos:

Materia prima: La yuca contiene un gran porcentaje de almidón en su composición. Este tubérculo es la segunda fuente de almidón, solo por detrás del maíz; no obstante, el almidón de yuca es técnicamente superior al maíz debido a la proporción de amilosa/amilopectina que contiene, la cual brinda mejores propiedades a un polímero biodegradable. Para el presente proyecto, se optó por adquirir la materia prima procesada y lista para su uso. Se encontraron proveedores calificados que ofrecen un producto de calidad y cumpliendo los plazos de abastecimiento requeridos para atender el programa de producción. Esto también se planteó con la finalidad de que el área de producción se centre en el proceso de fabricación del producto, contando con más tiempo para analizar posibles mejoras del mismo.

Además, se utilizarán 2 insumos adicionales: agua y glicerina (usados como plastificantes); así como 3 aditivos: ácido esteárico (lubricante en los rodillos para evitar que la mezcla de almidón se adhiera a ellos), ácido cítrico y el bicarbonato de sodio

(hidrofilizantes, reguladores de acidez, colorantes, formadores y mejoradores de película).

Al ser un producto orgánico, tiene un corto periodo de degradación (entre 1 a 6 años, dependiendo del producto), por lo cual genera un impacto positivo en el ambiente, debido a que contribuye a la disminución de la contaminación generada por los plásticos derivados del petróleo en el agua, en el aire y en el suelo. Además, llega a ser un sustituto perfecto de los polímeros sintéticos, que tienen un tiempo muy extenso de degradación (entre 100 a 1000 años) y suscita una ventaja competitiva por sobre ellos. Si bien este proyecto se encuentra enfocado en atender la demanda de empresas que fabrican bolsas en el país, está comprobado por estudios técnicos que este producto también serviría para la fabricación de otros productos y no solo de bolsas, como por ejemplo de envases o sorbetes. Finalmente, la utilización del almidón de yuca, como insumo principal, genera un ahorro energético por ser un recurso renovable; mientras que los compuestos petroquímicos que se usan para producir los polímeros sintéticos no son renovables, ocasionando una contaminación energética.

La elaboración del producto es factible, ya que existen muchos estudios, tesis y artículos técnicos que explican el proceso productivo del polímero de almidón de yuca. Asimismo, es posible llevar a cabo la medición de cada actividad del proceso, puesto que son actividades que se efectúan en el país y existe personal con capacidad de operar la maquinaria necesaria para elaborar el producto (como la extrusión, por ejemplo), con el fin de determinar las mermas producidas en cada máquina, para luego tratar de brindar mejoras y de esta forma reducir tiempos y mermas en donde más se necesite. También, se buscará aminorar los tiempos de abastecimiento de la materia prima y de despacho al cliente.

b. Económica

En cuanto al precio de venta, el biopolímero sería relativamente más caro que los polímeros sintéticos, pues el proceso productivo del polímero biodegradable genera más costos que el del polietileno y polipropileno, producto de la tecnología que se tiene que usar y a un costo mayor de la materia prima. No obstante, la utilidad generada por la venta de este polímero será mayor, debido a que no se incurrirían en gastos vinculados a la importación, ya que el mencionado bioplástico sería fabricado en territorio nacional. Además, tanto los fletes de exportación como los costos logísticos en el origen y el

destino han incrementado en este 2021, acrecentando el costo final del plástico importado, como lo explica el Banco Central de Reserva (BCR, 2021)

Los costos de transporte marítimo han mostrado una sostenida y marcada tendencia al alza a nivel global. Así, por ejemplo, la tarifa promedio de transporte marítimo de un contenedor de 40 pies ha alcanzado los US\$ 10 000 en setiembre de 2021, casi 7 veces el valor registrado en setiembre de 2019 (2,9 veces respecto a 2020). (p. 1)

Por otro lado, se observa una ventaja de índole económica en el uso de la materia prima aludida para elaborar el biopolímero, puesto que el almidón de yuca es más barato que muchos otros almidones por la proporción de almidón que contiene, impactando significativamente a favor en los costos de producción.

Otra ventaja económica que se puede encontrar del biopolímero con respecto al plástico convencional es que este último al tener una tendencia a ser reciclado por los productores de bolsas, en los últimos años, requieren incurrir en costos adicionales debido al empleo de maquinarias y procesos necesarios para extraer los residuos de alimentos y otras sustancias que quedan en los productos plásticos por reciclar.

Por otro lado, el sector de la industria plástica a nivel nacional, en el 2016 creció en un 0,8% con respecto al año anterior; en el 2017, 1,2% y en el 2018 creció en un 4,5%.

c. Social

El proyecto es un potencial generador de empleos para las personas aledañas a la zona en la que se instale la planta, y para los proveedores de los insumos requeridos para fabricar el producto. Es importante, también, contribuir en el beneficio de los trabajadores, capacitarlos para que puedan tener más herramientas de trabajo e incrementar su desempeño. De esa manera, ellos retribuyen la inversión que se realizó en ellos aplicando esos conocimientos a la hora de desarrollar sus actividades durante el proceso.

Se busca, por otro lado, fomentar el desarrollo de productos de estas características (biodegradables), que ayudan a tener una sociedad limpia, ordenada y sana en el futuro, y que la gente pueda tomar conciencia de esto.

1.5 Hipótesis del trabajo

La instalación de una planta productora de polímeros a base de almidón de yuca es factible en el ámbito técnico, económico, financiero, ambiental y social.

1.6 Marco referencial

a. Diseño de un proceso industrial para obtener plástico biodegradable (TPS) a partir de almidón de yuca manihot sculenta (Angeles, 2015)

En esta tesis, el objetivo principal es diseñar el proceso industrial para producir en polímero biodegradable de almidón de yuca. El autor empleó muchas fuentes bibliográficas y comparativa de diversos métodos, para poder determinar las propiedades fisicoquímicas de los materiales y del proceso productivo en sí, con el fin de obtener un resultado óptimo en cuanto el producto final. De este trabajo de investigación, se pudo recopilar información muy valiosa para el presente estudio de prefactibilidad, como por ejemplo determinar las especificaciones técnicas del producto, el balance de energía, el detalle del proceso industrial para elaborar el biopolímero, etc.

La similitud encontrada en comparación a este estudio de prefactibilidad es que el producto que se busca elaborar es el mismo, lo cual es beneficioso por lo expuesto en el párrafo previo.

La diferencia principal es el objetivo de cada trabajo de investigación. Uno busca demostrar que es viable la puesta en marcha de una planta que produzca un bioplástico a partir de almidón de yuca. Mientras que el otro es un estudio meramente técnico, el cual busca demostrar química y físicamente que es posible diseñar un proceso industrial óptimo para elaborar el polímero natural referido, para lo cual fueron puestas a prueba tres metodologías distintas de forma experimental (en donde se utilizaron diversos materiales y procedimientos), con el fin de comprobar cuál era el método más conveniente.

b. Obtención de plástico biodegradable a partir de almidón de patata (Charro, 2015)

En este estudio, se detalla cómo se lleva a cabo la elaboración de las películas de almidón de papa, el cual - inicialmente - fue mezclado con varios plastificantes para determinar cuál era el apropiado. De estas pruebas, resultó como plastificante conveniente la

glicerina, químico al cual se le añadió melamina. Luego, se hicieron estudios de algunas variables y propiedades a las películas y se escogió la que mejores características presentaban.

Las semejanzas que se pueden encontrar son las siguientes: se busca elaborar plásticos ecológicos a base de un producto orgánico, que en este caso es la papa o patata (el cual es un tubérculo, al igual que la yuca). Asimismo, se puede notar que el producto que se busca obtener es solo el bioplástico procedente del almidón de determinado tubérculo.

Se pueden encontrar algunas diferencias sustanciales entre esta tesis y el estudio de prefactibilidad que se desea hacer. Por ejemplo, que este es un estudio en el cual se busca – únicamente – la mejor forma física y química en la cual se puede obtener un bioplástico de papa; así como que es un distinto insumo principal. Además, la presentación del producto final en este estudio es en películas, mientras que en esta tesis es en pellets.

c. Polímeros biodegradables a partir del almidón de yuca (Ruiz, 2005)

Los polímeros tradicionales tienen muchas aplicaciones especialmente en la industria del empaque. Habla de las desventajas de usarlos, al ser obtenidos de materias primas no renovables (petróleo). La otra es su largo tiempo de degradación. Esta tesis habla de la obtención de polímeros a través del almidón de yuca, detallando acerca de sus condiciones, insumos y maquinaria requerida, procesamiento, entre otros.

Justamente, la similitud con nuestro proyecto radica en el proceso productivo de los polímeros. Se puede añadir algún aspecto o quitar alguno, pero la base del proceso se mantendrá y se empleará la misma materia prima con la que trabajan acá: El almidón de yuca. También, esta tesis manifiesta la concientización, que se quiere mostrar en el estudio de prefactibilidad, por el planeta y la salud de las personas.

La diferencia en este caso es mínima. Dentro del proceso, por distintas condiciones climáticas de la materia prima u otros factores, puede haber modificaciones, pero estas serán minúsculas. Se tratará, en lo posible, de respetar todas las operaciones posibles para no alterar la composición del material, la cual es muy significativa.

d. El mercado de almidón añade valor a la yuca (FAO, 2006)

Este artículo habla sobre la extracción de varios cultivos como cereales, raíces, tubérculos, etc. Menciona una enorme variedad de productos que se pueden elaborar con estos. Asimismo, habla específicamente sobre el cultivo del almidón de la yuca y menciona las ventajas de cultivarla, los usos que se le puede dar a la extracción del almidón de esta y, también, sobre las exportaciones de este producto.

Coincide con el tema de investigación en brindar información esencial sobre nuestra materia prima: El almidón yuca.

A diferencia del estudio de prefactibilidad, el artículo habla de distintos cultivos (cereales, raíces y otros tubérculos) que son extraídos para elaborar ciertos productos. Esto permite ampliar el panorama sobre el tema. Además, menciona otros usos como la producción de biocombustible de yuca donde se produce 280 litros de etanol puro al 96% a partir de una tonelada de yuca con 30% de almidón.

e. Bioplástico a base de la cáscara del plátano (Castillo, Escobar, Fernández, Gutiérrez, Morcillo, Núñez, Peñaloza, 2015)

El mencionado artículo explica cómo se genera bioplástico a partir del almidón proveniente de la cáscara de los plátanos. Detallando los procesos previos por los que esta pasa, antes de convertirse en plástico; procesos como: la extracción del almidón, la inmersión en una solución antipardeante, el lavado de plátanos, la elaboración del bioplástico, etc. También, se analiza el estado de los bioplásticos fabricados por los autores, concluyendo que el mejor fue el hecho con vinagre y glicerina; y que se necesita de un horno para un secado adecuado del mismo.

Como similitud, se puede encontrar que se fabrican plásticos en base de un producto orgánico, que sirven de sustituto al plástico convencional; ayudando, así, al ecosistema global y a las especies afectadas por la contaminación del medio ambiente con innumerables productos de plástico derivado del petróleo.

La diferencia esencial es que el insumo principal empleado para elaborar el bioplástico en este artículo es la cáscara del plátano, mientras que en el trabajo de investigación se busca fabricar un polímero a partir de almidón de yuca. Asimismo, para el proceso de producción del plástico de cáscara de plátano, se utilizaron instrumentos

caseros, lo cual se distingue del polímero de almidón de yuca (el producto sería producido con maquinaria industrial).

f. Bolsas biodegradables hechas con resinas de yuca (Semana Sostenible, 2019)

En respuesta al consumo masivo del plástico convencional, se están tomando acciones para prevenir la contaminación ambiental y la muerte de animales. Por esto, surgió un producto sustituto para el plástico en Indonesia, en específico, para bolsas plásticas. Este es elaborado a base de un polímero con resinas de yuca, sintetizando las fibras de la misma y copiando el mismo proceso utilizado para la elaboración de las bolsas de plástico.

Se puede encontrar como similitudes que estas bolsas plásticas están elaboradas con la misma materia prima: El almidón de yuca, el cual pasa, antes, por ser un polímero (producto que se busca elaborar en nuestro estudio) y luego este se transforma en las bolsas biodegradables.

En este artículo, hablan solo de las bolsas hechas a base de resinas de yuca, la cual difiere del estudio que se pretende desarrollar, pues solo se quiere producir el polímero que posteriormente los clientes finales llegarán a convertirlo en bolsas biodegradables. Asimismo, no explican detalles de la elaboración de su producto.

1.7 Marco conceptual

Para comprender a cabalidad el presente estudio, es necesario conocer los conceptos de algunos términos fundamentales empleados en el tema de investigación, estos pueden ser: almidón, yuca, polímero, plástico, etc. A continuación, se definirá los términos, antes mencionados.

Según Castells (2009):

El almidón es un hidrato de carbono complejo (polisacárido) digerible, del grupo de los glucanos. Consta de cadenas de glucosa con estructura lineal (amilosa) o ramificada (amilopectina). Constituye la reserva energética de los vegetales. En la cocina se valora por ser un hidrocóide: tiene la capacidad de atrapar agua, lo

que provoca la formación de geles, o de espesar un líquido o un producto licuado. (párr. 1)

La yuca, también llamada tapioca o mandioca, es un tubérculo de raíz comestible cuyo origen proviene de América del Sur. Se caracteriza por tener una piel escamosa y dura de color marrón. Por dentro contiene el almidón de color blanco.

Un polímero es una macromolécula que se obtiene a partir de la síntesis de moléculas más pequeñas denominadas monómeros. Estos pueden formar cadenas de diferentes formas, las cuales determinan – también – sus propiedades.

La glicerina es:

Un alcohol, de sabor dulce, transparente y con una textura muy viscosa. Se obtiene mediante la saponificación de grasas animales y aceites vegetales, como un subproducto de la fabricación del jabón. La glicerina pura contiene un 99% de glicerol. (Aula Natural, 2016, párr. 2)

El plástico es:

En su significación más general, se aplica a las sustancias de distintas estructuras y naturalezas que carecen de un punto fijo de ebullición y poseen durante un intervalo de temperaturas propiedades de elasticidad y flexibilidad que permiten moldearlas y adaptarlas a diferentes formas y aplicaciones. (Textos Científicos, 2005, párr. 1)

Un fertilizante es un material que es aplicado a la tierra con la finalidad de brindarle propiedades esenciales para el crecimiento de las plantas. Este puede ser orgánico o inorgánico. Para el estudio, este concepto es aplicado en el sentido que el polímero biodegradable puede servir como fertilizante (por ser un producto orgánico) para la tierra al momento de degradarse y así poder sembrar más yuca, reduciendo costos.

Capella (1997) explicó lo siguiente:

La extrusora de plastificación tiene tres funciones: en primer lugar, extrae el material en gránulos del sistema de alimentación y lo conduce al tiempo que lo comprime y, a veces, desgasifica; en segundo lugar, mezcla y produce un fundido homogéneo, y, en tercer lugar, desarrolla la presión suficiente para que supere la

resistencia al flujo de la hilera abierta, de modo que el perfil emerja de la hilera de forma continua. (párr. 2)

Para el trabajo de investigación, conocer el concepto de extrusora es esencial, pues la extrusión es la actividad principal en el proceso productivo del polímero a base de almidón de yuca.



CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO

2.1 Aspectos generales del estudio de mercado

2.1.1 Definición comercial del producto

El producto final de nuestro proceso es el pellet de polímero biodegradable producido a partir de almidón de yuca.

Figura 2.1

Imagen referencial del producto



Nota. De *Biodegradable Recycled PETG Resin Pellet*, por Alibaba, 2020.

https://www.alibaba.com/trade/search?fsb=y&IndexArea=product_en&CatId=&tab=all&SearchText=pellet+biodegradable+a+partir+de+almid%C3%B3n+de+yuca.&isPremium=y&secondFlag=true

a. Producto básico

El producto, al ser uno de carácter primario tiene como finalidad ser materia prima para la elaboración de productos finales; es decir, tendrá transformaciones posteriores, las cuales serán bolsas.

b. Producto real

La presentación de estos polímeros será en pellets de 10 mm de diámetro y 10 mm de altura. Estos serán almacenados en sacos de 50 kg para su venta. El tiempo de degradación del producto puede variar entre 1 a 6 años aproximadamente.

En relación al uso del almidón, y, en particular, el almidón de yuca Aristizabal (2007) detalló:

El beneficio de usar almidón radica en que este es uno de los polímeros naturales más importantes y es la mayor fuente de energía obtenida de muchas plantas. Específicamente, usar almidón de yuca es aún más beneficioso que otros tipos de almidón, ya que es la segunda fuente de almidón después del maíz en el mundo, lo que genera que sea aprovechado de mejor manera y abarate su costo. Además, tiene una proporción de amilosa mayor que la de otros almidones, lo que permite hacer un producto más fuerte y resistente.

c. Producto aumentado

Es importante mantener un servicio post venta con los clientes, donde se puedan comunicar con la empresa por si cuentan con dudas del producto o cualquier requerimiento que necesiten. Se contará con personal enfocado en realizar esta labor de “acompañar al cliente” una vez hayan recibido el producto.

Los clientes tendrán la oportunidad de ir a la empresa con la finalidad de ser asesorados y puedan observar algunas partes del proceso productivo. Además, se les podrá mostrar las pruebas de calidad que se hacen tanto con la materia prima como con el producto final con la finalidad de que puedan corroborar la calidad del producto y de sus insumos. También, en caso lo requieran, se les podrá hacer visitas a sus fábricas para ayudarlos o asesorarlos de alguna manera.

Es importante ofrecer un buen soporte post venta a los clientes; de esa manera, van a sentirse valorados y complacidos con el producto que están adquiriendo. Asimismo, serán los primeros en recomendar a la empresa a otros clientes y será un beneficio para la compañía. Por último, el ver que el cliente está conforme con el servicio brindado genera una motivación extra para seguir mejorándolo y además permite analizar qué otras cosas se les puede brindar a los clientes para que se sientan satisfechos.

2.1.2 Usos del producto, bienes sustitutos y complementarios

La función principal del producto es ser materia prima para la elaboración de procesos posteriores. Estos pellets serán procesados posteriormente para fabricar bolsas.

Los bienes sustitutos a los polímeros elaborados a partir de almidón de yuca son, principalmente, los plásticos sintéticos. Estos sirven para la elaboración de bolsas de los siguientes tipos: Ligeras, gruesas, oxodegradables, biodegradables (se consideran aquellas que se elaboran con plásticos y con algunos vegetales, pero no son completamente biodegradables), compostables y de papel. Además, se encuentran los polímeros elaborados a partir de otros materiales orgánicos como maíz, plátano, camote, papa, etc. Estos también serán destinados a la fabricación de bolsas principalmente.

Al ser un producto industrial (elaborado para ser materia prima para otros procesos) y no comercial (elaborado para el consumidor final), no requiere de bienes complementarios para su uso.

2.1.3 Determinación del área geográfica que abarcará el estudio

El estudio se realizará, básicamente, en la provincia de Lima, considerando que en esta provincia se encuentran la mayoría de las empresas dedicadas a la producción de bolsas y los proveedores, tanto los de la materia prima como los de insumos.

2.1.4 Análisis del sector industrial (cinco fuerzas de PORTER)

Según las Naciones Unidas (2009), en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU), la compañía está clasificada en la Sección C: Industrias Manufactureras, en la División 20, en el grupo 201, en la clase 2013 y con la siguiente descripción: “Fabricación de plásticos y caucho sintético en formas primarias” (pp. 46 y 48).

A continuación, para realizar un apropiado estudio del sector, se analizarán las 5 fuerzas de Porter de la potencial empresa.

a. Rivalidad entre competidores

Actualmente, son muy pocas las empresas que fabrican polímeros biodegradables en el país, la gran mayoría de este producto es importado. Algunas empresas importan estos materiales directamente para procesarlos, mientras que otras lo comercializan a otras empresas para que recién los procesen.

Considerando lo descrito anteriormente, se puede considerar que la rivalidad entre competidores es una fuerza baja.

b. Poder de negociación de los clientes

Los clientes llegarían a ser las empresas que producen bolsas plásticas. El riesgo ocurre cuando las empresas se organizan e imponen más exigencias en relación al precio o a la calidad del producto. Se debe establecer un acuerdo sólido con los clientes considerando que el precio que paguen siempre tiene que ser mayor al de los costos de producción.

Es importante en el sector que los clientes se diferencien a través de los canales de venta y de la promoción del producto, así como en el cumplimiento de los plazos de entrega del producto a los productores de bolsas, debido a que tienen mucha oferta y estos son factores que generan una diferencia al momento de elegir.

En la actualidad, hay muchas empresas dedicadas a la fabricación de bolsas (clientes) en el Perú (aproximadamente 140), entre ellas se encuentran Indeplast, Bolsiplast, Industria Elcoplast, etc. Debido a que hay una gran cantidad de potenciales clientes, esto genera que, por este lado, tengan un bajo poder de negociación.

Considerando que hay dos productos sustitutos fuertes (polietileno y polipropileno) que tienen un precio bajo y que existen muchas empresas que importan y ofrecen estos productos a las empresas que fabrican bolsas, se ha considerado que el poder de negociación de los clientes es alto para este factor.

Tras lo mencionado anteriormente, considerando que hay una gran cantidad de potenciales clientes, pero que hay productos sustitutos a bajo costo, se ha considerado un poder de negociación nivel medio de los clientes.

c. Poder de negociación de los proveedores

En el Perú existen registradas pocas compañías productoras o comercializadoras de almidón de yuca (materia prima). En la siguiente tabla, se presentará información del tipo de empresas ya aludidas.

Tabla 2.1*Proveedores de almidón de yuca en el Perú, por departamentos*

Departamento	Proveedores de almidón de yuca
Lima	Almidones Perú S.A.C Aproaas Tim Export E.I.R.L Julca Mendoza Ingeniero S.A.C
San Martín	Pacha Nostra S.A.C Procompa
Lambayeque	Ricarter Fundo San Luis
Amazonas	Agroindustrias lagunas

Nota. Datos recopilados de

http://www.eindustria.com/principal/resultados_busqueda.php?N=Almid%C3%B3n+de+yuca&d=P

Debido a que existen pocas empresas que venden almidón de yuca y que esta es la materia prima para la elaboración de los polímeros, se ha considerado que el poder de negociación de los proveedores es alto, ya que la materia prima tiene más peso en cuanto a la cantidad a comprar que el resto de los insumos.

d. Amenaza de nuevos competidores

Si bien no existen registros de data de producción de polímeros biodegradables en Perú, se sabe por información de primera mano (información recopilada de las empresas del rubro) que algunas empresas están empezando a producir estos productos. Debido al avance de la tecnología y la creciente exigencia y concientización por el cuidado del planeta, nuevas empresas van a implementarse creando polímeros biodegradables en el país en un futuro.

Es importante señalar que el almidón de yuca es el segundo almidón más económico, luego del maíz, debido al gran porcentaje de almidón en la yuca, generando que el producto final tenga un costo menor que otros polímeros elaborados con diferentes insumos, por lo que será difícil que otros polímeros puedan competir con uno elaborado por almidón de yuca.

Debido a lo descrito, se ha analizado que la amenaza de nuevos competidores es de fuerza media.

e. Amenaza de productos sustitutos

Actualmente, no hay data específica de la producción de polietileno ni polipropileno en el país, pero se sabe que hay empresas que los producen. En los últimos 5 años, más de 300 empresas han importado este material; dentro de este grupo se encuentran las empresas que los importan, ya sea para venderlo a otras compañías que fabriquen bolsas o para usarlo ellos mismos para la fabricación de bolsas. Asimismo, se encuentran como competidores los recicladores que venden estos materiales, con el fin de que sean usados también para la fabricación de bolsas. Este producto sustituto cuenta con mucha presencia en el mercado de fabricación de bolsas, debido a su bajo costo.

Debido a la gran presencia que tiene actualmente el polietileno y polipropileno en el mercado de fabricación de bolsas, se puede determinar que la amenaza de productos sustitutos tiene una fuerza alta.

Como estrategia frente a la amenaza de productos sustitutos, se hará enfoque en promocionar y señalar los beneficios de utilizar productos biodegradables, así como señalar los perjuicios de utilizar polímeros derivados de recursos no renovables como del petróleo, tanto en las personas como en los animales.

2.1.5 Modelo de Negocios (Canvas)

Figura 2.2

Modelo Canvas

SOCIOS CLAVES	ACTIVIDADES CLAVES	PROPUESTA DE VALOR	RELACIÓN CON CLIENTES	CLIENTES
<ul style="list-style-type: none"> - Proveedores de almidón de yuca - Otros proveedores (glicerina y ácido esteárico) - Personal subcontratado 	<ul style="list-style-type: none"> - Proceso de extrusión - Optimización de procesos suministro - Comercialización: ventas y servicio post venta 	<ul style="list-style-type: none"> - Un polímero es el insumo principal para elaborar diversos productos plásticos - El polímero de almidón de yuca ofrece un valor diferencial al consumidor final, debido a la conciencia ecológica en aumento y a la existencia de normas que prohíben, en parte, el uso de las bolsas de plástico regulares. Entre sus ventajas se encuentra el corto tiempo de degradación en el medio ambiente, en comparación al plástico sintético; así como que el precio es menor al promedio del mercado de polímeros biodegradables, por ser un producto elaborado con materia prima nacional y con un alto contenido de almidón. 	<ul style="list-style-type: none"> - Atraer al cliente con las ventajas del producto - Entrega rápida y puntual - Fidelizar al cliente a través de ofertas 	<ul style="list-style-type: none"> - Empresas que elaboran bolsas plásticas en la ciudad de Lima.
	<p>RECURSOS CLAVES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Almidón de yuca - Extrusora - Operarios calificados para el área de producción - Personal de ventas calificado 		<p>CANALES</p> <p>COMUNICACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> - Página web - Correo electrónico <p>DISTRIBUCIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> - Venta directa 	
<p>ESTRUCTURA DE COSTOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Costo de materia prima - Costo de insumos - Costo de mano de obra directa - Sueldos administrativos y de planta - Costos indirectos de fabricación (transporte, energía, agua, almacén, mantenimiento, etc. - Impuestos 		<p>FUENTES DE INGRESOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ventas del producto terminado 		

2.2 Metodología a emplear en la investigación de mercado

Para hallar los datos históricos, información y otra clase de data relevante para la indagación del mercado de los plásticos en formas primarias y en específico del polietileno y polipropileno, se utilizarán fuentes primarias y secundarias. En concreto, la investigación se fundamentará en encuestas, trabajos de investigación, estudios de prefactibilidad, la base de datos Veritrade, informes técnicos, artículos y el navegador web. Para las encuestas, se tomará un tamaño de población o universo de 140 empresas productoras de bolsas plásticas, siendo estas nuestros clientes potenciales debido al modelo B2B que se manejaría. De la base de datos Veritrade, se recopiló la data de exportaciones e importaciones del 2015 al 2020 de las siguientes partidas aduaneras.

- 3901200000: Polietileno de densidad superior o igual a 0,94, en formas primarias.
- 3901100000: Polietileno de densidad inferior a 0,94, en formas primarias
- 3902100000: Polipropileno, en formas primarias

2.3 Demanda potencial

2.3.1 Patrones de consumo

Puesto que el polímero biodegradable a producir es un producto primario, el cual servirá para producir productos de consumo masivo, factores como el incremento poblacional, aspectos culturales y el consumo del plástico influirán directamente en el consumo del producto primario mencionado.

El crecimiento poblacional de un país tiene un impacto directo sobre el consumo del producto primario mencionado, pues a medida que exista un mayor número de habitantes en un país existirá un mayor consumo de los productos finales elaborados a base del biopolímero. Por tanto, se analizará el aumento poblacional de países sudamericanos para poder observar cuales presentan realidades parecidas en relación con el factor aludido.

Tabla 2.2*Tasa de crecimiento de países sudamericanos en el 2018*

País	Tasa de crecimiento (%)	Año
Bolivia	1	2020
Ecuador	1	2020
Paraguay	1	2020
Surinam	1	2020
Colombia	1	2020
Perú	1	2020
Argentina	1	2020
Guyana	1	2020
Chile	1	2020
Venezuela	1	2020
Brasil	1	2020
Uruguay	0	2020
Islas Malvinas	0	2014

Nota. Reproducido de *Mapa comparativo de Países, Tasa de Crecimiento, Sudamérica*, por Index Mundi, 2019. (<https://www.indexmundi.com/map/?t=0&v=24&r=sa&l=es>)

En cuanto al aspecto cultural, se puede observar que los países sudamericanos, en general, están tomando mayor conciencia del consumo del plástico sintético y están tomando medidas para menguar el consumo del mismo o de crear otras alternativas de plástico, como lo son los plásticos biodegradables y oxodegradables. Este aspecto influye sustancialmente en el consumo de los polímeros que se producirían.

En el Perú, según el Ministerio del Ambiente (s.f.): “En promedio, se usan al año aproximadamente 30 kilos de plástico por ciudadano.” (Cifras del mundo y el Perú, párr. 8).

En cuanto al consumo de plástico por persona en otros países, Castells (2018) explica lo siguiente:

Por ejemplo, en Chile, el consumo de plástico se estima ya en 51 kg por persona por año. En Argentina ese consumo llega a los 44 kg anuales, en Brasil a 37. En Colombia y Ecuador aún no supera los 30 kg. (párr. 2)

Este dato general es relevante para entender el comportamiento de un ciudadano en relación al consumo del plástico, aunque este no se refiera, en específico, a la línea de productos de los polímeros biodegradables.

2.3.2 Determinación de la demanda potencial en base a patrones de consumo

Para determinar la demanda potencial, en primer lugar, se obtuvo el consumo per cápita de plástico de 4 países: Perú, Brasil, Chile y Argentina.

Tabla 2.3

Consumo per cápita de plástico en Perú, Chile, Argentina y Brasil

País	Consumo anual (Kg/habitante)
Perú	30
Brasil	37
Argentina	44
Chile	50

Nota. Adaptado de *El problema del plástico también es latinoamericano*, por David Castells, 2018. <https://www.elobservador.com.uy/nota/el-problema-del-plastico-tambien-es-latinoamericano-2018926151854>

Debido a que se busca comparar el consumo per cápita de Perú con un país que tenga uno similar, se decidió seleccionar el de Brasil para realizar el cálculo de la demanda potencial. Este es el factor determinante para seleccionar este país, pues se observa que también presenta una tasa de crecimiento poblacional igual a la de Perú y los demás países sudamericanos, así como una concientización creciente sobre la contaminación global del medio ambiente por los plásticos convencionales.

El cálculo para determinar la demanda potencial consta de la multiplicación de la cantidad de la población peruana (33 396 700 habitantes) por el consumo per cápita de Brasil (37 kg/hab) dividido entre 1 000 (dado que se requiere el dato de la demanda potencial en toneladas).

Tabla 2.4

Cálculo de la demanda potencial del producto (Tm)

Habitantes Perú	CPC Brasil	Demanda potencial (T)
33 396 700	37 Kg/hab	1 235 667,90

Nota. Los datos de Habitantes Perú son del Instituto Nacional de Estadística e Informática y los datos de CPC Brasil son de El Observador.

La demanda potencial del proyecto es de 1 235 667,90 toneladas.

2.4 Determinación de la demanda de mercado

2.4.1 Demanda del proyecto en base a data histórica

a. Demanda interna aparente histórica tomando como fuente bases de datos de producción, importaciones y exportaciones

La demanda del proyecto será hallada en torno a los datos históricos del polietileno de las densidades previamente mencionadas y del polipropileno, puesto que estos son los insumos más utilizados para elaborar bolsas plásticas en nuestro país. Al recopilar información y data de los insumos mencionados en el Perú, se encuentra que los mismos solo se adquieren solo a través de importaciones y que no existe producción (no se encuentra ningún registro de esto). En seguida, se exhibirá el cálculo de la demanda interna aparente (DIA), a partir las importaciones y exportaciones históricas de los insumos antes mencionados, en los últimos cinco años.

Tabla 2.5

Cálculo de la DIA

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Exportaciones	6 987,24	8 163,07	6 429,36	7 611,51	9 535,08	9 081,06
Importaciones	476 040,71	481 515,72	460 704,81	518 094,34	480 455,32	515 372,80
DIA	469 053,47	473 352,66	454 275,44	510 482,82	470 920,24	506 291,75

Nota. Datos recopilados de Veritrade

b. Proyección de la demanda (serie de tiempo o asociativa)

Dado que la data histórica del polietileno y polipropileno presenta altibajos, generando que el R cuadrado no se encuentre cerca al valor 1, se decidió optar por el método cuantitativo de promedios móviles para que la tendencia siempre sea hacia arriba. Este método consta de colocar, inicialmente, solo la demanda del primer año histórico; en seguida se promedia la demanda del siguiente año con su precedente (es decir, el N será igual a 2, siendo N la cantidad de años promediados), operación que se repetirá para los años históricos subsiguientes, de lo cual resultó lo siguiente.

Tabla 2.6

Cálculo del promedio móvil

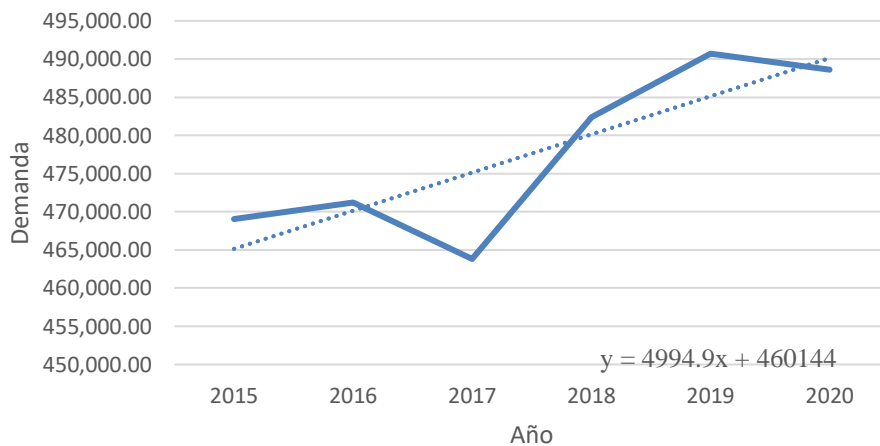
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
DIA	469 053,47	473 352,66	454 275,44	510 482,82	470 920,24	506 291,75
Promedio móvil	469 053,47	471 203,06	463 814,05	482 379,13	490 701,53	488 605,99

Es importante mencionar que aplicar los promedios móviles en la DIA histórica es beneficioso, puesto que le da a esta data una propensión más estable, lo cual ayudará significativamente a la proyección de la demanda.

Una vez hallado el promedio móvil de cada año, se pasó a proyectar la demanda del proyecto. Para proyectarla, se empleará el método de regresión lineal, para los próximos cinco años (desde el 2022 al 2026). A fin de tener una visualización didáctica de las importaciones históricas y su tendencia, además de entender - a cabalidad - cómo se realiza la proyección de la demanda, se exhibe el siguiente gráfico con su ecuación pertinente.

Figura 2.2

Gráfico de líneas con línea de tendencia lineal



Se decidió escoger la distribución lineal, debido a que presenta un alto coeficiente de determinación (R cuadrado) al igual que la distribución exponencial, pero esta última no puede ser usada debido a que el crecimiento de la demanda sería irreal.

En seguida, se muestra una tabla con las distintas funciones con su respectivo coeficiente de determinación.

Tabla 2.7

R² de cada función

Función	R²
Lineal	0,7046
Potencial	0,5632
Logarítmica	0,5632
Exponencial	0,701

A continuación, se muestra el pronóstico de la demanda para los siguientes 5 años con la gráfica correspondiente.

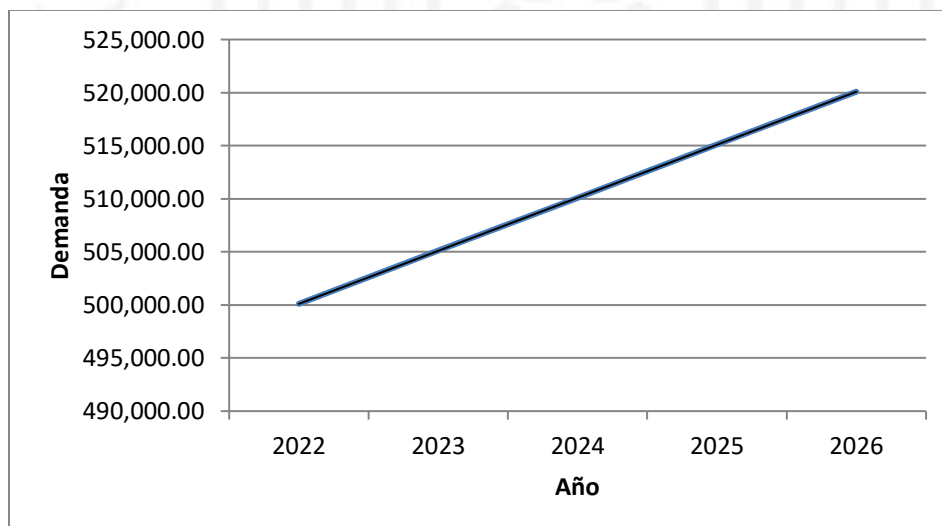
Tabla 2.8

Demanda proyectada (2022-2026)

	2022	2023	2024	2025	2026
Demanda proyectada (T)	500 103,20	505 098,10	510 085,00	515 087,90	520 082,80

Figura 2.3

Gráfico de líneas de la demanda proyectada



c. Definición del mercado objetivo teniendo en cuenta criterio de segmentación.

El mercado objetivo de la potencial empresa llegaría a ser las empresas productoras de bolsas plásticas en la ciudad de Lima. Esto sucede porque, como se mencionó

anteriormente, el polímero biodegradable llega a ser un producto primario por lo que sus compradores no son clientes finales, sino otras compañías; en otros términos, la institución manejaría un modelo de negocios Business to Business (B2B). Se escogió, en específico, la ciudad de Lima, principalmente, porque en esta localidad se encuentra la mayoría de las empresas de la industria plástica, así como la mayor cantidad de proveedores de los insumos necesarios para elaborar el polímero de almidón de yuca.

d. Diseño y Aplicación de Encuestas (muestreo de mercado)

Para determinar la muestra poblacional de las empresas a las que se les hizo las encuestas, y teniendo en cuenta que el tamaño del universo son las 140 empresas productoras de bolsas plásticas, se aplicó la siguiente fórmula.

$$n = \frac{p * q}{\frac{e^2}{z^2} + \frac{p * q}{N}}$$
$$n = \frac{0,5 * 0,5}{\frac{5\%^2}{1,96^2} + \frac{0,5 * 0,5}{140}} = 102,61 \approx 103$$

Donde,

e = Error muestral o error probabilístico, normalmente se encuentra en +/- 5%

N = Tamaño de la población o universo

n = Tamaño de la muestra

z = valor de la tabla normal para un nivel de confianza dado. Por lo general es 1,96 que corresponde al 95% de confianza.

p = Probabilidad que ocurran los hechos, normalmente 0.5

q = Complemento de p; $1 - 0,5 = 0,5$

Luego de aplicar la fórmula, se obtuvo una muestra de 103 empresas.

Para iniciar la encuesta, se planteó la siguiente pregunta.

¿Estaría dispuesto de adquirir el polímero biodegradable elaborado a partir de almidón de yuca?

Luego, para los que respondieron SÍ, se les planteó la siguiente pregunta.

Del 1 al 10, ¿Qué tan dispuesto estaría en adquirir el producto?, siendo 1 muy poco probable y 10 que definitivamente lo va a adquirir.

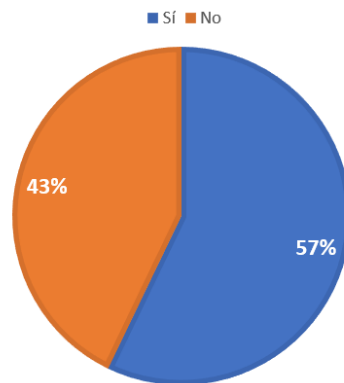
e. Resultados de la encuesta

A continuación, se muestran los resultados de la encuesta.

Figura 2.4

Pregunta de intención de compra

¿ESTARÍA DISPUESTO A ADQUIRIR EL POLÍMERO DE ALMIDÓN DE YUCA?



Estos porcentajes son resultados de que 59 de 103 empresas dieron una respuesta positiva y el resto no.

Para determinar la intensidad, se les consultó a las 59 empresas qué nivel de agrado tienen por el producto del 1 al 10, entendiendo por 1 que el producto no les atrae en lo absoluto y 10 que están completamente seguros de adquirirlo. Después de hacerles la pregunta y de haber obtenido las respuestas, se aplicó un promedio ponderado de todas las respuestas y se obtuvo el valor de 6,625; es decir, el porcentaje de intensidad fue de 66,25%.

f. Determinación de la demanda del proyecto

Para una adecuada determinación de la demanda específica del proyecto, la demanda que se proyectó a partir de las exportaciones e importaciones de polipropileno y polietileno fue multiplicada por los porcentajes que se observan en el siguiente cuadro, con el objetivo de segmentar lo más posible la demanda del proyecto.

Tabla 2.9*Cálculo de la demanda del proyecto*

	2022	2023	2024	2025	2026
Dem. Proyectada (T)	500 103,20	505 098,10	510 093,00	515 087,90	520 082,80
Participación de bolsas biodegradables	80 516,62	98 999,23	117 831,48	137 013,38	151 344,09
Intención (57,28%)	46 121,17	56 708,30	67 495,70	78 483,39	86 692,25
Intensidad (66,25%)	30 555,27	37 569,25	44 715,90	51 995,25	57 433,61
Demanda a cubrir (2%)	611,11	751,38	894,32	1 039,90	1 148,67
Demanda del proyecto (T)	611,11	751,38	894,32	1 039,90	1 148,67
Demanda del proyecto (sacos de 50 Kg)	12 222	15 027	17 886	20 798	22 973

El primer porcentaje de segmentación refiere a la participación de las bolsas biodegradables con respecto al total de bolsas importadas. En el año 2021, tanto la intención como la intensidad de compra fueron determinadas a partir de encuestas realizadas a los clientes potenciales. En cuanto al porcentaje de la demanda a cubrir, se analizó a detalle la data de las importaciones de la partida aduanera 3923299000: “Los demás artículos para el transporte o envasado, de plástico; tapones, tapas, cápsulas y demás dispositivos de cierre, de plástico”, identificando solo a las bolsas biodegradables, de lo cual se determinó la participación de las empresas que las importan.

A continuación, se explicará de forma de detallada cada uno de los porcentajes de segmentación de la demanda.

En lo referente a la participación de bolsas biodegradables importadas es relevante mencionar que es un dato del año 2020 fundamentado en un estudio del Ministerio de la Producción del Perú (PRODUCE, 2021), el cual mencionó lo que sigue.

Dado que a partir del 1 de agosto de 2019 entró en vigencia la Ley N° 30884, la cual pretende regular el plástico de un solo uso y otros recipientes o envases descartables, se explica el incremento de las importaciones de bolsas de plástico biodegradables, puesto que, la importación de las bolsas de plásticos biodegradables registró un 3.7% de participación de las compras externas de bolsas en el 2019; y en el 2020, de 9.1% de aporte (p.19).

No obstante, debido a la clara tendencia ascendente del uso de productos biodegradables y observando un crecimiento de 5,4% en las importaciones de bolsas biodegradables del año 2019 al 2020, es fácilmente deducible que el mencionado porcentaje aumente en los años posteriores. A manera de reforzar esto, la revista *Mundoplast* (2020) expresó:

Así, François de Bie, presidente de European Bioplastics, dijo: Nuestra industria ha superado con éxito los desafíos planteados por la pandemia Covid-19, y las perspectivas también son prometedoras, ya que se prevé que el mercado global crezca un 36% durante los próximos 5 años. En este sentido, se espera que la capacidad de producción mundial de bioplásticos pase de las cerca de 2,1 millones de toneladas de este año 2020, a los 2,8 millones de toneladas en 2025 (párr. 2).

A partir de ambas citas, se puede observar que el incremento de la participación de productos biodegradables es inminente, tanto a nivel global como nacional. Por lo tanto, viendo la proyección del crecimiento del mercado global de bioplásticos (36%) y sobre todo el último porcentaje de crecimiento de bolsas bioplásticas importadas en el Perú (5,4%), se dispuso una discreta tasa de crecimiento de 3,5% anual hasta el 2025; y de 2,5% para el último año (debido a que la proyección antes referida solo abarca hasta el 2025).

En lo referente a la demanda a cubrir, el porcentaje se definió en base a la siguiente data.

Tabla 2.10

Participación de empresas importadoras de bolsas biodegradables (2020)

Importadoras	Peso neto (kg)	Participación
HIPERMERCADOS METRO S A	423 901,89	59,1398%
BIOELEMENTS PERU S.A.C.	256 030,51	35,7196%
RUNAWASI DISTRIBUIDORA S.A.C.	14 202,12	1,9814%
INDUSTRIAS BIO GREEN PERU S.A.C.	13 678,06	1,9083%
GOOSE E.I.R.L.	1900,00	0,2651%
VAVERDE INITIATIVE S.A.C.	1849,99	0,2581%
PRONATUR E.I.R.L.	1384,63	0,1932%
KIBOKU REPRESENTACIONES S.A.C.	969,43	0,1352%
SUPERMERCADOS PERUANOS SOCIEDAD ANONIMA	706,17	0,0985%
PACKAGING SERVICE PERU S.A.C.	614,00	0,0857%

(continúa)

(continuación)

Importadoras	Peso neto (kg)	Participación
GRUPO AMERICANO DE COMERCIO S.A.C.	494,00	0,0689%
VANYPETS S.A.C.	264,91	0,0370%
COLLAZOS PARDAVE JOSE ANTONIO	203,30	0,0284%
IRUM S.A.C.	144,00	0,0201%
PROYECTOS Y SOLUCIONES GENESIS GLASS S.A.C.	140,58	0,0196%
ZAVALA HERNANDEZ RICARDO	90,59	0,0126%
ECAMBIO S.A.C.	64,28	0,0090%
LATAM GREEM S.A.C.	55,61	0,0078%
VIEJO MUNDO IMPORTACIONES S.A.C.	32,44	0,0045%
IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES YASHIN S.A.C.	21,52	0,0030%
PAPELERA DE LOS ANDES S.A.	20,00	0,0028%
JKC PRODUCTS PERU E.I.R.L.	8,01	0,0011%
IMPORTADORA YANI SAC	1,13	0,0002%
JGK SERVICE S.A.C.	0,80	0,0001%
JPSYSTEMS S.A.C.	1,07	0,0001%
Total	716 779,04	100%

^a Datos recopilados de Veritrade

Como se observa en el cuadro previo, existen dos empresas que acaparan la gran mayoría de las importaciones del tipo de bolsas antes referidos (sumando casi un 95%). En tercer lugar, se ubica la compañía Runawasi Distribuidora S.A.C. con un 1,98% y en cuarto lugar, Industrias Bio Green Perú S.A.C que tiene un 1,91% de participación. Justamente la participación de estas dos últimas compañías es la que buscará tener la potencial empresa de productora de polímeros de almidón de yuca, con el fin de ser conservadores con la demanda que tendríamos en este mercado. Es por esta razón que se determinó que el porcentaje debería ser 2%. Es sustancial explicar que estos porcentajes se fundamentan en las importaciones bolsas biodegradables, puesto que los productores de estas bolsas son el mercado objetivo. Si bien es cierto, aun no existen datos numéricos de la producción de bolsas biodegradables, se conoce la existencia de empresas productoras de las mismas, como por ejemplo BRISKA S.A.C., Industria Elcoplast S.A.C., International Plastics Peru S.A.C., etc. Lo cual muestra que las empresas se están inclinando por la utilización de tecnologías biodegradables para la producción de bolsas.

2.5 Análisis de la oferta

2.5.1 Empresas productoras, importadoras y comercializadoras

Se obtuvo información de las empresas que importan y exportan polietileno y polipropileno, siendo estos materiales las principales competencias hoy en día del producto elaborado en este proyecto. A continuación, se muestra una lista de empresas que importaron estos productos en el Perú durante el año 2020, seguido por otra lista de empresas que exportan estos productos desde Perú en el mismo periodo.

Tabla 2.11

Empresas importadoras de polietileno y polipropileno (2020)

Importador	Cantidad importada (kg)
OPP FILM S.A.	57 575 027,02
DISPERCOL S A	42 990 130,99
POLIMASTER S.A.C.	19 392 262,40
POLINPLAST S.A.C.	18 451 011,50
SYRUS DISTRIBUTION PERU S.A.C.	17 592 275,00
FITESA PERU S.A.C.	17 574 169,20
PRODUCTOS QUIMICOS PERUANOS SA	16 538 305,38
MANUFACTURAS CIMA PERU S.R.L.	12 682 362,42
ESENTTIA RESINAS DEL PERU S.A.C	11 564 560,00
COLCA DEL PERU S A	9 639 795,00

^a Datos recopilados de Veritrade

Tabla 2.12

Empresas exportadoras de polietileno y polipropileno (2020)

Exportador	Cantidad exportada (kg)
OPP FILM S.A.	4 706 350,00
PQA DEL PERU S.A.C	717 750,00
FITESA PERU S.A.C.	541 904,00
COMPAÑIA ECOLOGICA GW S.A.C.	521 432,00
ALUSUD PERU S.A.	452 046,70
COMPUESTOS Y SOLUCIONES PQA S.A.C.	332 500,00
IBEROAMERICANA DE PLASTICOS SAC	309 094,95
INDUSTRIAS FIBRAFORTE S A	257 983,42
PLASTICOS AGRICOLAS Y GEOMEMBRANAS S.A.C.	255 398,30
PRODUCTOS QUIMICOS PERUANOS SA	198 000,00

^a Datos recopilados de Veritrade

2.5.2 Participación de mercado de competidores actuales

Los competidores actuales son aquellas empresas que suministran de materia prima (polietileno y polipropileno) a las empresas que se dedican a la fabricación de bolsas plásticas. Estas empresas se encuentran en el exterior, exportando al Perú grandes cantidades de polietileno. A continuación, se muestra una tabla donde aparecen las 10 empresas que más han exportado polietileno al Perú durante el 2020 con su respectivo porcentaje de participación.

Tabla 2.13

Empresas que exportan polietileno y polipropileno al Perú

Empresa	Importaciones	Exportaciones	Demanda local	Porcentaje de participación
OPP FILM S.A.	57 183 362,86	4 706 350,00	52 477 012,86	28,82%
FITESA PERU S.A.C.	17 571 192,20	541 904,00	17 029 288,20	9,35%
ESENTTIA RESINAS DEL PERU S.A.C	8 579 580,00	0	8 579 580,00	4,71%
POLINPLAST S.A.C.	8 497 800,00	129 000,00	8 368 800,00	4,60%
DISPERCOL S A	8 356 745,00	51 125,00	8 305 620,00	4,56%
PERUANA DE MOLDEADOS S.A.	7 386 277,00	0	7 386 277,00	4,06%
IBEROPLAST S.A.C.	6 285 490,00	0	6 285 490,00	3,45%
PROCESADORA COMERCIALIZAD MONTENEGRO SAC	5 294 065,50	0	5 294 065,50	2,91%
NORSAC SA.	5 162 270,00	0	5 162 270,00	2,84%
SYRUS DISTRIBUTION PERU S.A.C.	4 193 500,00	0	4 193 500,00	2,30%
OTROS	62 655 452,43	3 652 676,93	59 002 775,50	32,40%
TOTAL	191 165 734,99	9 081 055,93	182 084 679,06	100,00%

^a Datos recopilados de Veritrade

2.5.3 Competidores potenciales si hubiera

Día a día en el mundo está creciendo la concientización por el planeta y el medio ambiente. Por este motivo, los plásticos sintéticos producidos a partir de materiales inorgánicos están decreciendo en su producción y uso, y es ahí donde nace la necesidad de fabricar más productos orgánicos; en este caso, para la fabricación de bolsas, envases, sorbetes, etc. Estos productos, a diferencia del producto a realizar en el proyecto que se elabora a partir de almidón de yuca, pueden ser producidos a partir de otros materiales orgánicos como la papa, maíz, plátano o el camote. También, las bolsas oxodegradables

podrían ser un potencial competidor al tener un tiempo corto de degradación, el cual es de 2 años aproximadamente. Sin embargo, se ha comprobado que estas últimas no contienen la característica de biodegradabilidad y no son eco-amigables, ya que consiste en “agarrar un plástico, colocarle un aditivo, para que el plástico se fragmente de modo que queda invisible al ojo humano, lo cual es un engaño, pues distorsiona el propósito de la palabra biodegradabilidad” (Muñoz, 2013). Lo dicho por el señor Muñoz, gerente general de la empresa TriCiclos, significa que estas bolsas lo que hacen es deshacerse en micropartículas y quedan de esa forma en el medio ambiente como si fuesen miles de bolsas diminutas, y también tardan en degradarse completamente el tiempo que demora en degradarse el plástico habitual.

Por lo descrito anteriormente, en un futuro no lejano existe la alta probabilidad de que se empiece a producir materia prima biodegradable para la fabricación de bolsas y también para otros productos.

Pese a que no hay una data consolidada, se pudo recolectar información de proveedores nacionales y del extranjero de polímeros biodegradables.

Tabla 2.14

Clientes potenciales

Competidores	Procedencia
PolinPlast	Lima, Perú
Dupont	Lima, Perú
CHEMIKALIEN	Zapopan, Jalisco, México
GRETHSELL SAS	Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia
Anhui Juhong Trading Co., Ltd.	Anhui, China
Huzhou Huaing Biodegradable	Zhejiang, China
Plastic Products Co., Ltd.	Zhejiang, China

2.6 Definición de la estrategia de comercialización

2.6.1 Políticas de comercialización y distribución

Para comercializar el producto, se usarán canales para productos industriales, considerando que va a servir como materia prima para nuevos productos, y no va a ir dirigido, directamente, hacia consumidores finales; es decir, tendrá un tratamiento posterior.

Inicialmente, se ha considerado establecer acuerdos de largo plazo, donde la empresa pueda asegurar importantes volúmenes de venta y permita mantener estabilidad al inicio. Luego, con un mayor número de clientes y estando la marca establecida en el mercado, se incrementará el precio de venta para los siguientes años.

Desde el inicio de las operaciones de la empresa, se contará con un vendedor que cuente con el conocimiento, experiencia y contactos en la industria para que haga llegar el producto a un determinado número de clientes; en este caso, serán pocos clientes con los que se trabaje, debido a la demanda del proyecto, pero luego estos se incrementarán.

En concreto, las políticas de comercialización serán las que siguen.

- Cumplir con los requisitos de los clientes: Abastecerlos con las cantidades solicitadas y en los tiempos solicitados.
- Establecer un precio de venta que cubra los costos de producción y gastos.
- Generar acuerdos con los clientes para colocar un precio en la fábrica de producción del producto y otro en sus almacenes.
- Desarrollar procesos eficaces que contribuyan a mejorar el proceso de comercialización de la empresa.

2.6.2 Publicidad y promoción

Dado que la empresa manejaría un modelo de negocios Business to Business (B2B), la forma de publicitar y promocionar el producto será totalmente distinta al de un modelo de negocios Business to Consumer (B2C); sin embargo, no deja de ser igual de importante que el modelo B2C.

Para publicitar la empresa se implementará una plataforma en la web, en la que se exhiba el detalle de la empresa, su visión y misión, descripción detallada del producto con especificaciones técnicas y las aplicaciones que pueda tener, así como un número telefónico y un correo electrónico con los que puedan contactarse en caso requieran el biopolímero. Se empleará el SEO (Search Engine Optimization), la cual es una estrategia de posicionamiento orgánica en los buscadores web y que no requiere pago alguno. Asimismo, se creará un perfil en LinkedIn, pues es la red social más usada para el ámbito laboral, en la cual existen interacciones de diversos tipos y, además, es la “número uno para el marketing de contenidos para el 94% de las empresas B2B” (Sakudarte, 28 de

febrero del 2018). Para esta red social, se planteará una estrategia sólida para establecer más conexiones laborales. Se comenzará colocando una descripción breve, pero precisa, de la compañía y del producto que se ofrece. La estrategia que se utilizará será la del concepto “Thought leadership” (Líder de opinión), una de las estrategias más utilizadas en empresas de modelo B2B, la cual consistirá en lo siguiente:

- Colocar constantemente información y noticias actualizadas sobre el rubro
- Webinars
- Entrevistas a personas y empresas referentes en el sector dentro del país y en el resto del mundo
- Publicar las fechas y detalles de los próximos eventos del sector
- Colocar las buenas prácticas y logros que la empresa realice y/o alcance durante sus operaciones.

Para promocionar la institución se recurrirá a la mayoría de eventos presenciales y virtuales organizados por la industria del plástico. Además, se hará uso del email marketing, que consta de promocionar a la empresa a través del envío de correos electrónicos a los posibles consumidores del producto, enviando archivos en los que se explique de forma detallada y didáctica lo que oferta la compañía.

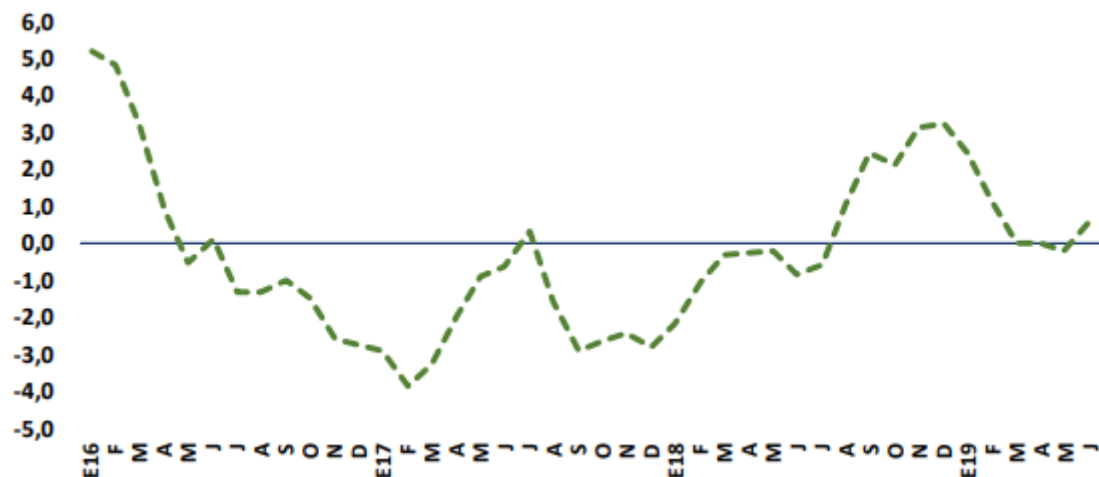
2.6.3 Análisis de precios

a. Tendencia histórica de precios

Al no hallarse data histórica de los precios del polietileno y/o polipropileno, o en particular, de los polímeros biodegradables, se tomará como referencia a los precios históricos al por mayor de los productos plásticos, en general.

Figura 2.5

Precios al por mayor de productos de plástico de origen nacional (2016-2019)



Nota. Los valores son porcentuales. Reproducido de *Fabricación de productos de plásticos*, por Instituto de Estudios Económicos y Sociales, 2019 (https://www.sni.org.pe/wp-content/uploads/2019/07/Reporte-Sectorial-PI% C3% A1sticos_2019.pdf)

Se nota que estos precios no siguen una clara tendencia, pues estos han tenido altibajos lo largo de los últimos 4 años (2016 – 2019). Este es un comportamiento habitual del sector de plásticos en los últimos años, en varios de sus ámbitos (como se pudo ver, anteriormente, en la DIA histórica).

b. Precios actuales

Los precios actuales en el mercado de polímeros biodegradables, en un marco global, varían entre 1,5 y 7,2 dólares por kilogramo, dependiendo del tipo de biopolímero. Los precios más similares al del producto del presente proyecto, justamente provienen de productos similares como del almidón de maíz, que se indicó anteriormente que es la primera fuente de almidón, por lo que también tiene un bajo costo de producción.

A continuación, se muestra una tabla con precios referenciales actuales del polietileno, polipropileno y el almidón de maíz en el mercado.

Tabla 2.15

Precio referencial del polietileno, polipropileno y almidón de maíz.

Producto	Precio (\$/kg)
Almidón de maíz	1,81
Polietileno	0,85
Polipropileno	0,92

c. Estrategia de precios

La estrategia de precio a utilizar por la empresa será la de precio de penetración. Esta consta en fijar un precio por debajo de la competencia, aprovechando que el producto tiene un mayor margen (esto se puede ver en el punto de equilibrio). El precio inicial del biopolímero será de 5,6 soles por kilogramo, lo cual equivaldría a 1,4 dólares americanos por kilogramo, lo cual es un precio incluso menor que el más bajo de la competencia. Este precio incrementará en los años subsiguientes producto de la clara tendencia ascendente que existe para este tipo de productos, como ya se sustentó anteriormente. En el segundo año, el precio será de 5,88 soles por kilogramo; en el tercero, 6,17 soles por kilogramo y, en el quinto, 6,81 soles por kilogramo.

CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA

3.1 Identificación y análisis detallado de los factores de localización

Con el objetivo de llevar a cabo una apropiada elección del lugar dónde se ubicará, específicamente, la planta productora de polímeros a base de almidón de yuca, se efectuará el método de Ranking de factores. Inicialmente, se realizará una tabla de enfrentamiento para determinar la ponderación de cada factor, según su nivel de importancia. Este último se hallará de un análisis previo de cada factor.

Factores de macro localización

Los factores que se analizarán a continuación son los que determinarán la ubicación de la planta industrial a nivel macro.

- a. **Disponibilidad de materia prima (DMP):** Es vital localizar la fábrica en un lugar en el que exista una mayor disponibilidad de almidón de yuca, para no llegar a tener inconvenientes al abastecerse de este insumo fundamental para elaborar el biopolímero. Esto tiene que ver, también, con la proximidad de la factoría con el proveedor de la materia prima, pues ambos deben estar lo más cerca posible, con el fin de eludir costos adicionales en el transporte y optimizar tiempos. Este es el factor de mayor significancia.
- b. **Abastecimiento de agua (AA):** Este recurso básico es esencial, pues es el insumo más importante después del almidón de yuca. Además, es vital para mantener una correcta higiene del personal, equipos, máquinas y de las instalaciones de la factoría. Además de ser utilizado como insumo en la elaboración del polímero biodegradable. Este factor es el segundo de mayor importancia.
- c. **Costo de energía eléctrica (CEE):** La electricidad es indispensable para la operatividad de la fábrica, debido a que toda la maquinaria industrial y equipos funciona gracias a este recurso; así como por su uso en la iluminación de la planta industrial. Para este factor se debe considerar su costo en cada departamento. Este factor es el tercero más relevante.

- d. **Población económicamente activa (PEA):** Situarse en una zona en la que exista mayor disposición de mano de obra es favorable, pues la labor de contratar personal para operar la planta industrial será más sencilla. Este conocimiento se puede determinar a través de la Población Económicamente Activa.
- e. **Vías de acceso terrestre (VAT):** Conocer las condiciones y la longitud de las vías terrestres es significativo al momento de seleccionar una alternativa de localización. Esto se debe a que a través de estas vías se trasladarán los insumos a los almacenes de la planta industrial, así como la distribución del producto final a las empresas que lo soliciten. Por tanto, el hecho de que existan carreteras en un adecuado estado (pavimentadas) y con una mayor longitud, beneficiará a la compañía en el sentido que se reducirán tiempos de transporte de los elementos antes referidos. Este factor es de igual consideración que el anterior.

Factores de micro localización

Para una adecuada localización de la fábrica productora de biopolímeros de almidón de yuca, se analizará los factores que siguen.

- a. **Costo del terreno (CT):** El costo del terreno es fundamental al momento de determinar cuál será la inversión inicial del proyecto, ya que representa un alto porcentaje dentro de la inversión. Este factor es considerado el segundo más importante, debido a que será vital encontrar una zona con un precio cómodo para poder iniciar las operaciones.
- b. **Cercanía al mercado (CM):** La cercanía al mercado es vital para el abastecimiento del producto a los clientes. Se busca que, durante el tiempo de operaciones, el producto sea entregado de forma rápida para satisfacer al cliente y a menor costo posible, es por eso que se busca que la distancia entre la planta y el almacén del cliente sea corta. Este factor es considerado el más importante de todos debido al gran impacto que puede tener en los costos logísticos durante el reparto a clientes, considerando que serán despachos diarios o semanales a distintas empresas.

- c. Seguridad (S):** La seguridad se va a incluir dentro de los factores para poder asegurar la salud y el bienestar del personal de planta, los materiales, maquinaria y al resto de la planta. Consideramos que este factor, junto con cercanía a insumos, es el menos importante, ya que por más riesgo que pueda haber en la zona, se puede subcontratar personal de seguridad y no habría mucho impacto económico.
- d. Cercanía a insumos (CI):** Se consideró la cercanía a los insumos para poder determinar si es viable o no la disponibilidad de los insumos requeridos para la elaboración del producto en la planta de producción. Este factor también fue considerado el menos importante, debido a que para la compra de insumos se aplicarán compras al por mayor con contratos a largo plazo que no serán abastecidas frecuentemente, por lo que no tendrán un impacto grande en costos logísticos.

3.2 Identificación y descripción de las alternativas de localización

A nivel macro, se seleccionarán las alternativas de localización en base al factor más sustancial: Disponibilidad de materia prima. Por ende, se elegirán los departamentos en el que se encuentren la mayor cantidad de compañías productoras de almidón de yuca, tales como los departamentos de Lima Metropolitana (Provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao), San Martín y Lambayeque. Cabe resaltar que se eligió como localidad Lima Metropolitana (y no el departamento de Lima), porque, además de ser el epicentro de la economía peruana y en donde se encuentra una mayor actividad industrial, solo existen proveedores de almidón de yuca en la zona mencionada y no en alguna otra provincia del departamento de Lima, según la data e información recopiladas. Los departamentos de San Martín y Lambayeque fueron seleccionados, también, a partir del factor de macro localización más importante, pues es ahí donde se ubican más suministradores de la materia prima requerida para producir el biopolímero.

Para escoger los 3 distritos en las cuales se podría colocar la planta (en la micro localización), se tomó como referencia que sean distritos en donde existan clientes o se encuentren cerca de ellos en zonas industriales; es decir, empresas productoras de bolsas de plástico principalmente y/o otros productos. Además, se buscó que estos distritos no se encuentren en sectores aledaños para hacer un mejor análisis, considerando los

siguientes 8 sectores: Centro (Lima), Norte 1 (Los Olivos e Independencia), Norte 2 (Puente Piedra, Carabayllo y Comas), Este 1 (El Agustino, Santa Anita, Ate Vitarte y San Luis), Este 2 (Lurigancho-Chosica y San Juan de Lurigancho), Oeste (Distrito del Callao y Ventanilla), Sur 1 (Chorrillos, Villa el Salvador y Lurín) y Sur 2 (Chilca). Por este motivo, se plantearon las siguientes 3 alternativas: San Juan de Lurigancho (Zona Este 2), Lima (Zona Centro) y Chorrillos (Zona Sur 1).

3.3 Evaluación y selección de localización

3.3.1 Evaluación y selección de la macro localización

Una vez determinado el nivel de importancia de cada factor de macro localización, se procederá a hallar su ponderación mediante una tabla de enfrentamiento.

Tabla 3.1

Tabla de enfrentamiento

	DMP	AA	CEE	PEA	VAT	Conteo	Ponderación
DMP		1	1	1	1	4	0,36
AA	0		1	1	1	3	0,27
CEE	0	0		1	1	2	0,18
PEA	0	0	0		1	1	0,09
VAT	0	0	0	1		1	0,09
						TOTAL	11
							1,00

Luego, se procederá a llevar a cabo la evaluación cualitativa o cuantitativa de cada uno de los factores para cada alternativa de macro localización.

Disponibilidad de materia prima (DMP)

Para este factor se elegirá la localidad en la que se encuentre el mayor número de empresas que produzcan o comercialicen almidón de yuca, puesto que con más instituciones de este tipo se tendrá, también, mayor disponibilidad de este insumo esencial. En la siguiente tabla se mostrará el número de empresas de cada alternativa de localización.

Tabla 3.2*Número de empresas productoras o comercializadoras de almidón de yuca*

Departamento	Número de empresas productoras o comercializadoras de almidón de yuca
Lima	4
San Martín	2
Lambayeque	2

*Datos recopilados de e-industria.com (s.f.)

Abastecimiento de agua (AA)

En relación a la accesibilidad de este recurso básico, se evaluará tres aspectos que influirán en la operatividad de la planta industrial: el acceso al agua potable, acceso al agua todos los días las 24 horas del día y la cobertura del servicio de alcantarillado por red pública.

El acceso de agua mediante red pública todos los días las 24 horas del día es sustancial, ya que el no tener este recurso disponible en medio de una jornada laboral, llegaría a generar un retraso en la cadena de suministro de la empresa.

Tabla 3.3

Población peruana con acceso a agua por medio de red pública, todos los días las 24 horas, según ámbito geográfico, 2019

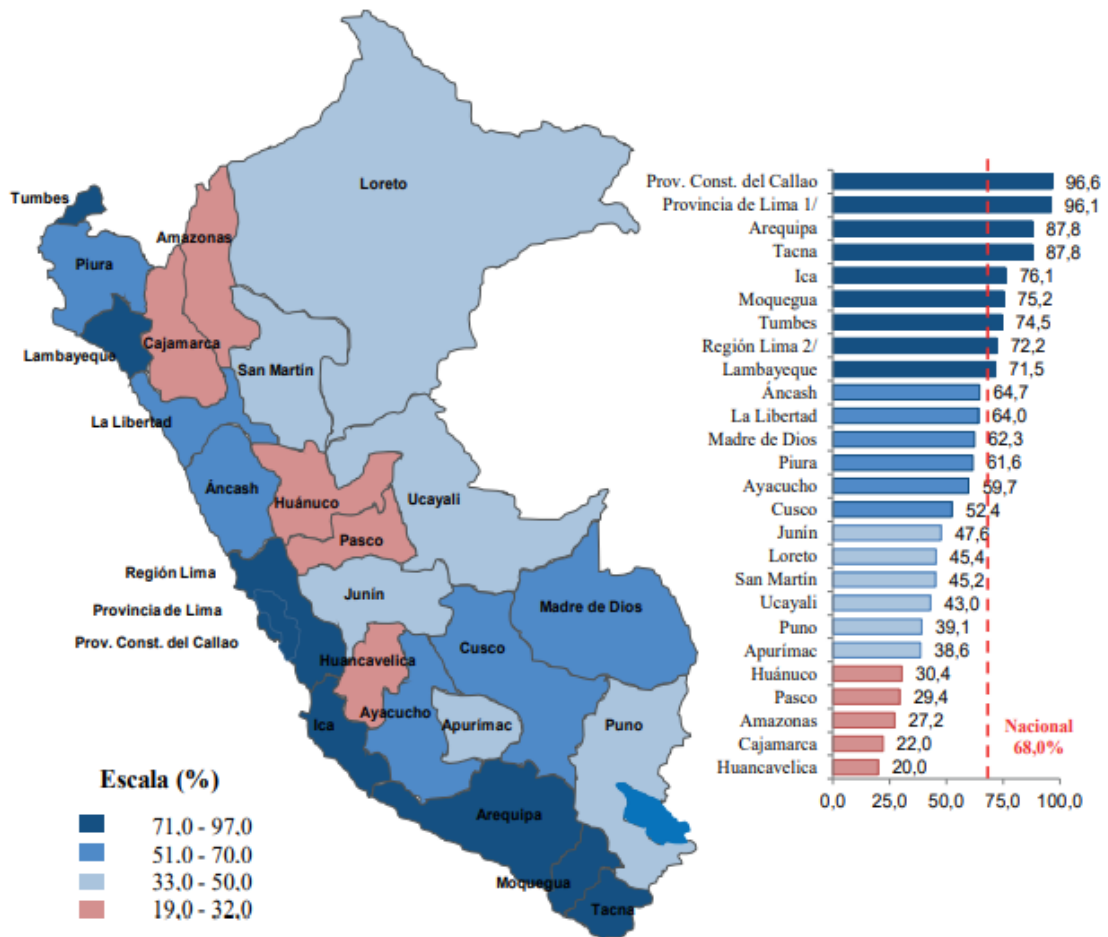
Ámbito Geográfico	2019
Lima Metropolitana	79.5
San Martín	48.7
Lambayeque	41.3

Nota. Los valores son porcentuales. Adaptado de *Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2019 (http://m.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_1.pdf)

Tener una mayor accesibilidad de agua potable beneficiaría a la empresa y al personal, puesto que se trabajaría con agua con los estándares de calidad apropiados, evitando, de esta manera, enfermedades infecciosas o una disminución en la calidad técnica del polímero biodegradable.

Figura 3.1

Población peruana con acceso a agua potable por medio de red pública, según departamento

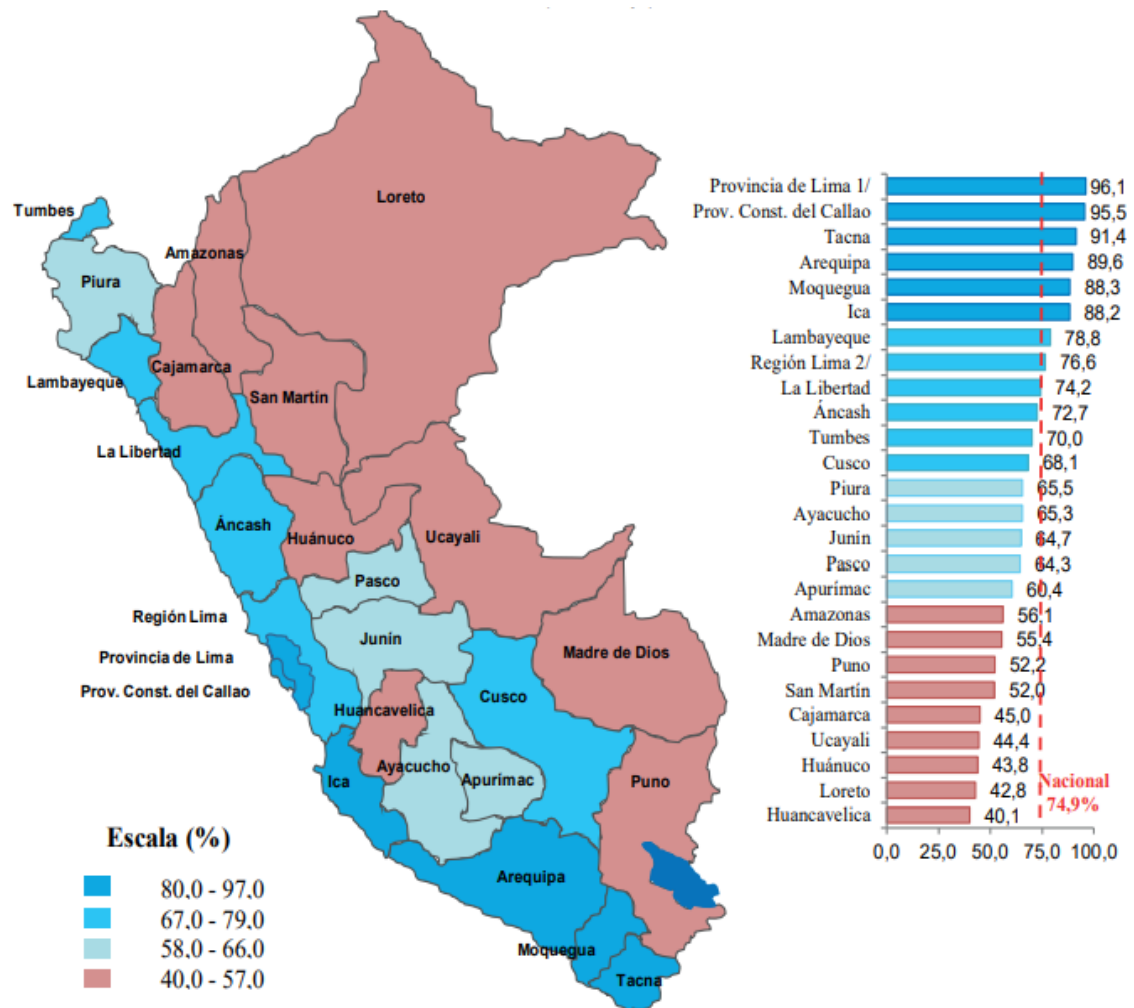


Nota. Reproducido de *Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2019 (http://m.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_1.pdf)

Que en una localidad se encuentre un mayor acceso a un sistema de red pública de alcantarillado significa que conviven en ambiente más limpio, seguro y sano. En consecuencia, es más provechoso laborar en una región en la que haya mayor cobertura de alcantarillado.

Figura 3.2

Población peruana con acceso a red pública de alcantarillado, según departamento, 2019



Nota. Reproducido de *Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2019 (http://m.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_1.pdf)

Costo de energía eléctrica (CEE)

Con respecto a este factor, se seleccionará la alternativa que presente un menor precio promedio en cuanto al consumo de energía eléctrica.

Tabla 3.4

Tarifa de consumo de energía eléctrica MT2

Cargos	Unidad	Lima (Luz del sur)	San Martín (Electro Oriente)	Lambayeque (Electronorte)
Cargo fijo mensual	Soles/mes	4,89	8,92	10,4

(continúa)

(continuación)

Cargos	Unidad	Lima (Luz del sur)	San Martín (Electro Oriente)	Lambayeque (Electronorte)
Cargo por energía activa en punta	Ctm. Soles/kW.h	27,03	20,84	22,89
Cargo por energía activa fuera de punta	Ctm. Soles/kW.h	22,71	20,84	22,05
Cargo por potencia activa de generación en HP	Soles/kW-mes	58,23	15,96	59,22
Cargo por potencia activa de distribución en HP	Soles/kW-mes	9,03	7,55	13,62
Cargo por exceso de potencia activa de potencia activa de distribución en HFP	Soles/kW-mes	9,77	9,36	14,55
Cargo por energía reactiva que exceda el 30% del total de la energía activa	Ctm. Soles/kVar.h	4,59	3,59	4,32

Nota. Adaptado de Aprobación de altas y bajas, por Osinergmin, 2020.

<https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/regulacion-tarifaria/procesos-regulatorios/actividades-relacionadas/aprobacion-altas-bajas-2020>

Población Económicamente Activa (PEA)

Como se mencionó, previamente, a través de este indicador se podrá conocer la mano de obra disponible en determinado lugar, en este caso en cada departamento. La elección de la zona será en base a quien presente una PEA superior. A continuación, se presentará data histórica de población económicamente activa.

Tabla 3.5

Población económicamente activa (PEA) por departamento del 2016 al 2018

Ámbito geográfico	2016	2017	2018
Departamento			
Amazonas	236	241,7	241,3
Ancash	230,5	633	637,9
Apurímac	262,2	263,2	267,9
Arequipa	691,1	708,7	729,2
Ayacucho	365,9	371,5	380,2
Cajamarca	846,9	887,4	879,1
Callao	562,5	570,2	571,3
Cusco	761,6	777,2	758,3
Huancavelica	262	270,9	273,4
Huánuco	463,1	465,8	470,4
Ica	421,2	419,9	430,6
Junín	735,2	714,9	744,1

(continúa)

(continuación)

Ámbito geográfico	2016	2017	2018
La Libertad	978,2	1005,6	1033,3
Lambayeque	653,7	651,6	676,5
Lima provincia	4884,3	5032,2	5072,9
Lima región	503,4	511,1	509,9
Loreto	515,4	516,9	527
Madre de Dios	80,1	83,2	87,3
Moquegua	107	106,9	106,9
Pasco	167	166,9	173,8
Piura	923,2	930,7	974,7
Puno	795,9	799,4	821,6
San Martín	454,1	483,3	475,7
Tacna	189,5	187,3	191,7
Tumbes	133,4	138	141,2
Ucayali	280,4	278,4	285,7

Nota. Los valores están expresados en miles de personas. Adaptado de *Población Económicamente Activa, Según Ámbito Geográfico*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019. (<https://m.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/ocupacion-y-vivienda/>)

Vías de Acceso Terrestre (VAT)

Para este factor, se seleccionará el departamento que presente una mayor longitud de su red vial de carreteras pavimentadas, pues se busca vías terrestres con pocos o nulos tramos accidentados para optimizar tiempos de transporte y evitar potenciales incidentes.

Tabla 3.6*Red vial nacional, por el tipo de superficie, según departamento, 2018*

Departamento	Pavimentada			No Pavimentada				Total existente	Proyectada	Total
	Asfaltada	Solución básica	Subtotal	Afirmada	Sin afirmar	Trocha	Subtotal			
Callao	43,4	0	43,4	0	0	0	0	43,4	1,5	44,9
Lambayeque	388	64,6	452,6	101,5	7,8	0	109,3	562	0	562
Lima	1052,3	230,5	1282,8	315,6	68,2	17,8	401,6	1684,4	0	1684,4
San Martín	613,4	115	728,4	0	11,6	133,2	144,8	873,2	145,7	1018,9
Total	14 898	6536	21 434	3634,9	650,5	1390,1	5675,6	27 109,6	1746,4	28 856,1

Nota. Los valores están expresados en kilómetros. Adaptado de *Red Vial Existente del Sistema Nacional de Carreteras, según Departamento*, por Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2018. (<https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/renac.html>)

La selección del lugar en donde se situará la fábrica productora de polímeros a partir de almidón de yuca se realizará por medio del método de Ranking de Factores. Este se elaborará en base a la data recopilada para cada factor, las ponderaciones halladas en la tabla 3.1 y a determinados criterios de calificación. En las siguientes tablas, se exhibirán la escala de calificación antes dicha y la tabla del Ranking de Factores.

Tabla 3.7*Escala de calificación*

Malo	Regular	Bueno	Excelente
0	2	4	6

Tabla 3.8*Ranking de factores*

Factores	Ponderación	Lima Metropolitana		San Martín		Lambayeque	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
DMP	0,36	4	1,45	2	0,73	2	0,73
AA	0,27	6	1,64	2	0,55	4	1,09
CEE	0,18	4	0,73	6	1,09	2	0,36
PEA	0,09	6	0,55	2	0,18	4	0,36
VAT	0,09	6	0,55	4	0,36	2	0,18
Total	1,00	26	4,91	16	2,91	14	2,73

A nivel macro, la localidad elegida es Lima Metropolitana, por ser la de mayor puntaje en la evaluación final.

3.3.2 Evaluación y selección de la micro localización

Luego de darle a cada factor de micro localización su respectivo nivel de importancia, se procedió a realizar la siguiente tabla de enfrentamiento.

Tabla 3.9*Tabla de enfrentamiento*

Factores	Seguridad	Costo del terreno	Cercanía de insumos	Cercanía al mercado	Total	% Participación
Seguridad		0	1	0	1	14,29%
Costo del terreno	1		1	0	2	28,57%
Cercanía de insumos	1	0		0	1	14,29%
Cercanía al mercado	1	1	1		3	42,86%
Total					7	100,00%

A continuación, se detallará cómo se evaluará cualitativa y cuantitativamente (según convenga) cada uno de los correspondientes factores, según cada alternativa de micro localización.

Costo del terreno (CT)

Para determinar el precio del terreno en dólares por metro cuadrado, se tomó en cuenta los sectores descritos anteriormente. A continuación, se muestran los precios de los terrenos para cada sector.

Tabla 3.10

Precios por sector dentro del departamento de Lima y provincia constitucional del Callao (\$/m²)

Zona	Distrito o centro poblado	Precio (\$/m²)
Este 1	Santa Rosa (Ate)	1000 - 1700
	Nicolas Ayllon	520 - 1088
Norte 1	Los Olivos - Independencia	900 - 1690
	Chorrillos	500 - 1200
Sur 1	Villa El Salvador	400 - 600
	Lurin	150 - 550
Norte 2	Puente Piedra	325 - 980
	Trapiche	230 - 640
Centro	Lima	850 - 900
	Cajamarquilla (Lurigancho)	200 - 580
Este 2	Huachipa (Lurigancho)	450 - 750
	Campoy (S JL)	600 - 900
Oeste	Callao	400 - 700
	Ventanilla	350 - 600
Sur 2	Chilca	120 - 250

Nota. De Zonas industriales Lima y Callao: Esta es la oferta y sus precios de venta, por Diario Gestión, 2016 (<https://gestion.pe/tu-dinero/inmobiliarias/zonas-industriales-lima-callao-oferta-precios-venta-120836-noticia/?ref=gesr>)

Cercanía al mercado (CM)

Para definir la cercanía al mercado, se identificó empresas que produzcan principalmente bolsas plásticas y también otros productos como sorbetes. Se pudo identificar empresas en zonas industriales y no industriales. A continuación, se muestra la siguiente tabla en donde se puede apreciar la cantidad de estas empresas en distintos distritos del departamento de Lima y la provincia constitucional del Callao.

Tabla 3.11

Número de empresas que fabrican bolsas plásticas por distrito

Distrito	Cantidad
San Juan de Lurigancho	5
Lima	3
Chorrillos	2
Surquillo	1
Los Olivos	1

(continúa)

(continuación)

Distrito	Cantidad
Comas	1
Magdalena	1
El Agustino	1
San Juan de Miraflores	1
Jesús María	1
Ate	1
La Victoria	1

Nota. Adaptado de *Las 10 mejores Empresas de Bolsas de Plástico en Lima*, por Infoisinfo, s.f. (https://lima.infoisinfo.com.pe/busqueda/bolsas_de_plastico)

Seguridad (S)

Para determinar el nivel de seguridad de cada distrito, se utilizó un índice de priorización que lanzó el diario gestión a partir de un ranking de los 120 distritos más peligrosos en delincuencia y violencia en el país. A continuación, se detalla el índice para cada distrito del departamento de Lima y la provincia constitucional del Callao.

Tabla 3.12

Ranking de los distritos más peligrosos del departamento de Lima y la provincia constitucional del Callao

Provincia	Distrito	Índice de priorización
Lima	Lima	1,89
Lima	La victoria	1,76
Lima	El Agustino	1,64
Callao	Callao	1,57
Lima	Rimac	1,47
Lima	Breña	1,44
Lima	Villa El Salvador	1,32
Lima	Barranco	1,29
Callao	La Perla	1,23
Lima	Independencia	1,22
Lima	Comas	1,21
Lima	San Juan de Lurigancho	1,2
Lima	Ancón	1,19
Lima	Villa María del Triunfo	1,18
Lima	San Juan de Miraflores	1,17
Lima	Ate	1,15
Lima	Chorrillos	1,14
Callao	Ventanilla	1,13
Lima	Surquillo	1,13
Lima	Santa Anita	1,13
Lima	San Martín de Porres	1,13

(continúa)

(continuación)

Provincia	Distrito	Índice de priorización
Lima	Lurigancho	1,12
Lima	Lince	1,12
Lima	Carabaylo	1,11
Lima	San Luis	1,11
Lima	Los Olivos	1,1
Lima	Lurín	1,03

Nota. Adaptado de *Estos son los 120 distritos del Perú con mayor delincuencia y violencia del país, según la PNP*, por Diario Gestión, 2019, (<https://gestion.pe/peru/policia-detecta-120-distritos-crimenes-violencia-269349-noticia/?ref=gesr>)

Cercanía a insumos (CI)

Para este factor, se identificó un número de empresas que podrán abastecer de los insumos necesarios para acompañar a la materia prima en la elaboración del producto. En la siguiente tabla, se muestran los distritos donde se ubican estas empresas.

Tabla 3.13

Ubicación de las empresas abastecedoras de insumos

Empresa	Distrito
Tudistribuidor	Callao
Productos Químicos Perú	Surquillo
Lubricantes Industriales	Surquillo
Cusa	Callao
Sigonsa	Lurín

Considerando los factores establecidos y las 3 alternativas de micro localización, se procedió a realizar el ranking de factores con la siguiente clasificación: Excelente: 6, Bueno: 4, Regular: 2 y Malo: 0.

Tabla 3.14

Ranking de factores

FACTORES	Ponderación	San Juan de Lurigancho		Lima		Chorrillos	
		Puntaje	Total	Puntaje	Total	Puntaje	Total
CT	28,57%	6	1,7142	4	1,1428	4	1,1428
CM	42,86%	6	2,5716	4	1,7144	4	1,7144
SEG	14,29%	2	0,2858	0	0,000	2	0,2858
CI	14,29%	2	0,2858	4	0,5716	4	0,5716
TOTAL	100,00%	14	4,8574	14	3,4288	14	3,7146

Para el primer factor, San Juan de Lurigancho obtiene el mayor puntaje al estar dentro del sector Este 2, cuyos precios varían entre los \$200 a \$900 por metro cuadrado, mientras que Lima varía entre los \$800 y \$900 el metro cuadrado, y Chorrillos entre los \$500 y \$1 200 el metro cuadrado.

Para el segundo factor, San Juan de Lurigancho obtiene el puntaje de excelencia al tener el mercado más grande con un total de 5 empresas, mientras que Lima y Chorrillos cuentan con 3 y 2 respectivamente (datos hallados, a partir de una muestra de 19 empresas).

Para el tercer factor, tomando como referencia el índice de priorización de los 120 distritos más peligrosos en el país, Lima se encuentra ubicado como el distrito más peligroso con un índice de 1,89, mientras que San Juan de Lurigancho y Chorrillos tienen un índice de 1,2 y 1,14 respectivamente, encontrándose estos dos últimos muy cerca.

Por último, en la cercanía a los insumos, Lima y Chorrillos obtienen el puntaje respectivo al tener algunas empresas cerca, mientras que San Juan de Lurigancho no cuenta con muchas empresas cerca, por lo que se le asignó el atributo “regular”.

En conclusión, a partir del análisis y la evaluación cualitativa y cuantitativa de cada factor de localización (a través del Ranking de Factores), se determina que la planta industrial productora de polímeros a partir de almidón de yuca debe situarse en Lima Metropolitana, en específico, en el distrito de San Juan de Lurigancho.

CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA

4.1 Relación tamaño-mercado

Con relación al tamaño-mercado, la demanda del proyecto muestra la máxima cantidad que los clientes van a adquirir del producto. A continuación, se muestra un cuadro con la demanda del proyecto.

Tabla 4.1

Demanda del proyecto (2022-2026)

Año	Demanda del proyecto (T)	Demanda del proyecto (kg)	Demanda del proyecto (sacos de 50 kg)
2022	611,11	611 105,48	12 222
2023	751,38	751 384,91	15 027
2024	894,32	894 318,08	17 886
2025	1 039,90	1 039 904,96	20 798
2026	1 148,67	1 148 672,29	22 973

Se puede concluir, que la máxima demanda será de 22 973 sacos para el último año.

4.2 Relación tamaño-recursos productivos

Para determinar el tamaño-recursos productivos, se determinó el requerimiento de materia prima e insumos para producir una tonelada de producto.

Tabla 4.2

Requerimientos de insumos para 1 tonelada de producto

Descripción	Requerimiento de insumo por tonelada de producto (kg)
Almidón de yuca	731,76
Agua	125,42 L
Glicerina	188,14
Bicarbonato de sodio	1,0245
Ácido cítrico	1,0245
Ácido esteárico	20,93

Asimismo, se requiere de energía para poder producir 1 tonelada de producto en una cantidad de 93,98 KW.

Se busca determinar si es posible abastecer la demanda del producto a partir de la cantidad de materia prima disponible en el mercado; por lo tanto, se contactó a posibles proveedores de almidón de yuca, a pesar de que no sean muchas las compañías que suministren este insumo, para cuantificar el suministro anual de este producto. A continuación, se muestra una tabla con las empresas contactadas y la cantidad que podrían suministrar de este insumo.

Tabla 4.3

Empresas comercializadoras de almidón de yuca

Empresa	Cantidad mensual (T)	Cantidad anual (T)
Almidones Perú S.A.C	40	480
Intercompany & Sr de Huanca	25	300
Tim export E.I.R.L	10	120
Julca Mendoza Ingenieros S.A.C	15	180
TOTAL	90	1 080

A partir de este cuadro, se pudo corroborar si es que esta cantidad de almidón de yuca va a ser suficiente o no para la demanda anual del polímero a producir.

Tabla 4.4

Cantidad de polímero posible a producir con la oferta de almidón de yuca

Año	2022	2023	2024	2025	2026
Requerimiento (T de almidón/T de polímero)	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
Demanda del proyecto (T)	611,11	751,38	894,32	1 039,90	1148,67
Requerimiento de almidón para atender la demanda del proyecto (T)	447,18	549,83	654,42	760,96	840,55
Cantidad de almidón disponible en el mercado (T)	1 080	1 080	1 080	1 080	1 080
Cantidad de polímero posible a producir (T)	1 475,9	1475,9	1 475,9	1 475,9	1 475,9
Cantidad de polímero posible a producir (sacos de 50 Kg)	29 517	29 517	29 517	29 517	29 517

Como se puede observar en el cuadro, con la cantidad de almidón disponible en el mercado para el proyecto, es posible producir más que la demanda; se podría producir 29 517 sacos en el último año, mientras que la demanda es de 22 973 sacos; por lo tanto, la materia prima no es un impedimento para poder cumplir con la demanda.

4.3 Relación tamaño-tecnología

Para el tamaño-tecnología, se determinó cuál es el cuello de botella a partir de la capacidad instalada. A continuación, se muestra una tabla, hallada en el capítulo 5.4.2, con el cálculo de la máxima producción anual de producto terminado de cada máquina



Tabla 4.5*Cálculo de la capacidad instalada*

Máquina	Cantidad de salida (kg/año)	Capacidad de procesamiento (kg/hora)	Número de máquinas	Tiempo del periodo (horas/año)	CO (kg/año)	FC	COPT (sacos/año)
Balanza	840 550,50	3 600	1	2 080	7 488 000,00	0,0273	204 653
Elevador de tornillo	840 550,50	4 644	1	2 080	9 659 520,00	0,0273	264 003
Mezclador	1 227 119,67	1 500	1	2 080	3 120 000,00	0,0187	58 409
Extrusor	1 227 119,67	1 000	1	2 080	2 080 000,00	0,0187	38 939
Transportador	1 227 119,67	3 000	1	2 080	6 240 000,00	0,0187	116 819
Cortador	1 227 119,67	800	1	2 080	1 664 000,00	0,0187	31 151
Elevador de tornillo	1 227 119,67	4 644	1	2 080	9 659 520,00	0,0187	180 836
Secador de lecho fluidizado	1 206 105,91	1 100	1	2 080	2 288 000,00	0,0190	43 580
Tolva con tornillo	1 206 105,91	4 200	1	2 080	8,736 000,00	0,0190	166 396
Tamiz	1 148 672,29	5 000	1	2 080	10 400 000,00	0,0200	207 995
Máquina envasadora	1 148 672,29	3000	1	2 080	6 240 000,00	0,0200	124 797
Producto terminado (sacos)	22 973						

Se puede concluir que el cuello de botella se encuentra en la operación de cortado. Se puede producir un máximo de 31 151 sacos al año; por lo tanto, la tecnología tampoco representa un impedimento para poder cumplir con la demanda.

4.4 Relación tamaño-punto de equilibrio

Para determinar la cantidad mínima del producto a vender para recién empezar a generar utilidades, se tomó en cuenta 3 puntos claves: El precio de venta unitario, costo variable unitario y costos fijos. Asimismo, los gastos también han sido incluidos.

La fórmula para determinar el punto de equilibrio es la siguiente:

$$PE = \frac{CF}{Pvu - Cvu}$$

Donde:

- CF = Costos y gastos fijos
- Pvu = Precio de venta unitario (sin IGV)
- Cvu = Costo variable unitario

A continuación, se muestran las tablas de los costos y gastos fijos y variables.

Tabla 4.6

Costo variable unitario

Descripción	Requerimiento de insumo por tonelada de producto (T)	Costo unitario de insumo	Unidad	Costo unitario de insumo por tonelada de producto (soles/T)	Costo unitario de saco
Almidón de yuca	0,7318	3 120	Soles/T	2 283,09	114,15
Agua	0,1254	8 431	Soles/m3	1,0574	0,0529
Energía (KW)	94,21	0,31	Soles/KW-h	29,21	1,46
Glicerina	0,1881	3 200	Soles/T	602,03	30,10
Bicarbonato de sodio	0,0010	1 180	Soles/T	1,2089	0,06
Ácido cítrico	0,0010	2 400	Soles/T	2,46	0,12
Ácido esteárico	0,0209	3 800	Soles/T	79,53	3,98
Bolsas (unidades)	20	0,64	Soles/bolsa	12,8	0,64
Subtotal				3 011,38	150,57

Asimismo, se ha considerado un monto para contingencias en caso se requiera de un 3% del subtotal.

Tabla 4.7*Costo variable unitario con contingencias*

Descripción	Monto
Subtotal	150,57
Contingencias (3%)	4,52
Total	155,08

Tabla 4.8*Costos y gastos fijos*

Descripción	Monto anual
Depreciación fabril	83 807,07
Depreciación no fabril	11 573
Sueldos administrativos	549 780
Mano de obra directa	67 914
Mano de obra indirecta	211 827
Agua	2 016,70
Energía eléctrica	18 019,68
Internet y telefonía	3 600
Amortización de intangibles	6 180
Gastos de publicidad y marketing	5 000
Asesoramiento legal	2 000
Mantenimiento	3 500
Gastos financieros	27 155
Vigilancia	18 000
Limpieza	16 800
Enfermera	33 600
Distribución	57 433,61
Gasto de ventas	64 680
Total	1 182 886,04

Para los costos fijos, también se tendrá en cuenta un 3% para contingencias.

Tabla 4.9*Costos fijos con contingencias*

Descripción	Monto
Subtotal	1 182 886,04
Contingencias (3%)	35 486,58
Total	1 218 372,62

Para determinar el precio de venta del producto, se hizo una comparación de precios con otros polímeros orgánicos y también con los plásticos convencionales. El precio de venta seleccionado es menor que muchos otros productos debido a los bajos costos de producción, como se mencionó en la justificación económica del proyecto. El

valor de venta es de S/ 340,34 (sin IGV) por saco de 50 kilogramos para el último año (S/ 1,4/Kg). Este se eligió a partir de una evaluación entre los precios de polímeros biodegradables, que oscilan entre 1,5 hasta 7,2 dólares por kilogramo, dependiendo de la calidad y del uso. Se eligió ese precio considerando que es similar a los precios del almidón de maíz, producto sustituto similar.

Con los datos mostrados, se procedió a utilizar la fórmula mencionada para determinar el punto de equilibrio de la siguiente manera:

$$PE = \frac{1\ 218\ 372,62}{(340,34 - 155,08)}$$

El resultado es de 6 576 sacos de 50 kilogramos. Haciendo la conversión, el punto de equilibrio también es de 328 828,52 kilogramos o 328,83 toneladas.

4.5 Selección de tamaño de planta

Luego de determinar cada tamaño de planta, se procedió a escoger el limitante. A continuación, se muestra una tabla con cada tamaño.

Tabla 4.10

Selección del tamaño de planta

Tamaño	Cantidad (sacos/año)
Mercado	22 973
Recursos productivos	29 517
Tecnología	31 151
Punto de equilibrio	6 576

El punto de equilibrio no es un limitante, sólo sirve para determinar la mínima cantidad a vender para empezar a generar utilidades; por lo tanto, el limitante es el mercado con una cantidad de 22 973 sacos al año.

CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1 Definición técnica del producto

5.1.1 Especificaciones técnicas, composición y diseño del producto

A continuación, se exhiben las especificaciones técnicas del producto.

Tabla 5.1

Especificaciones técnicas del producto

Nombre del producto: Polímero de almidón de yuca			
Presentación: Pellets cilíndricos embolsados en sacos de 50 kg			
Función: Materia prima de bolsas plásticas			
Insumos: Almidón de yuca, glicerina, agua, ácido esteárico, ácido cítrico y bicarbonato de sodio			
Físicas		Mecánicas	
Temperatura	Ambiente	Resistencia a la tracción	3,249 MPa
Estado	Sólido	Módulo de elasticidad	1,284 MPa
Color	Blanco ligeramente traslúcido	Dureza	59,9 Shore A
Diámetro	10 mm	Densidad	1,05 g/cm ³
Largo	10 mm	Humedad	2%

Nota. Adaptado de *Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca*, por J. Meneses, C. M. Corrales, M. Valencia, 2008.

El biopolímero está compuesto principalmente de almidón de yuca, glicerina y agua. No obstante, además de estos insumos, el polímero biodegradable también contiene algunos aditivos. A continuación, se mostrará detalladamente la composición del bioplástico, por 1 000 kg de materia prima.

Tabla 5.2

Composición de polímero de almidón de yuca

	Peso (kg)	Porcentaje
Almidón de yuca	1 000,00	68,50%
Glicerina	257,10	17,61%
Agua	171,40	11,74%
Ácido esteárico	28,6	1,96%
Ácido cítrico	1,4	0,10%
Bicarbonato de sodio	1,4	0,10%
TOTAL	1 459,90	100,00%

Nota. De *Diseño de un proceso industrial para obtener plástico biodegradable (TPS) a partir de almidón de yuca manihot sculenta*, por Pedro Pablo Angeles Chero, 2015.

La presentación final del producto serán pellets de almidón de yuca termoplastificado, de 10 mm de diámetro y largo, de color blanco ligeramente translúcido; los cuales serán envasados en sacos de 50 kg de capacidad.

5.1.2 Marco regulatorio para el producto

La norma asociada al polímero natural aludido es la “Norma Técnica Peruana NTP-ISO 23559:2015 (revisada el 2020) de título: Plásticos, Películas y láminas. Guía para las pruebas de películas termoplásticas. 2° Edición” (INACAL, 2020).

Por otro lado, se encuentra la norma “NTP 900.080:2015 de título: ENVASES Y EMBALAJES. Requisitos de los envases y embalajes. Programa de ensayo y criterios de evaluación de biodegradabilidad”. Esta norma no está vinculada directamente con el producto final; no obstante, esta debe ser tomada en cuenta, pues son los clientes finales quienes están relacionados a esta norma, y ellos dependen de la materia prima, la cual es el polímero de almidón de yuca que la compañía les proveería. En otras palabras, la empresa productora del biopolímero aludido está indirectamente relacionada a esta regla, debido a que la evaluación de la biodegradabilidad está netamente ligada a la composición del polímero natural.

5.2 Tecnologías existentes y procesos de producción

5.2.1 Naturaleza de la tecnología requerida

a. Descripción de las tecnologías existentes

Se dividirá el tipo de tecnología existente en 2 rubros: Metodología y maquinaria

Para la producción de polímeros elaborados a partir de almidón de yuca se han identificado 3 métodos: El método para obtener almidón termoplastificado, el método termo mecánico para obtener TPS y el método brasileño para obtener bioplástico.

El método para obtener almidón termoplastificado consiste en el calentamiento y luego enfriamiento de la mezcla de almidón, agua, glicerina y aditivos como ácido esteárico, ácido cítrico y bicarbonato de sodio para que luego ingrese a la máquina extrusora para darle la viscosidad y forma requerida. La ventaja de este método radica en

el mejoramiento de la calidad del TPS. Otras ventajas son la protección del almidón termo plastificado, sin descomposición molecular, protección del equipo extrusor, desgaste de fricción interna minimizada y altos rendimientos a bajas entradas de torque y energía. Como desventaja se puede apreciar que las piezas del extrusor de tornillo deben ser altamente resistentes al desgaste, lo que genera un costo mayor, debido a la alta viscosidad y pegajosidad del almidón desestructurado.

El método termo mecánico para obtener TPS también consiste en la mezcla de almidón, agua y glicerina para un posterior proceso de extrusión; sin embargo, en el método para obtener almidón termo plastificado se agregan aditivos con el fin de incrementar la calidad del producto, y en el método termo mecánico no se adicionan. Este método tiene la ventaja de ser más económico que el método para obtener almidón termoplastificado, debido a que se usan menos insumos. La desventaja al compararlo con los otros 2 métodos radica en que el producto final es menos resistente. Además, la maquinaria usada obtiene un mayor desgaste.

Finalmente, el método brasileño consiste en usar en la reacción de reticulación una solución de epíclorhidrina que contiene buenas propiedades reticulantes para hacer el material más resistente. La ventaja de este método radica principalmente en la resistencia que obtiene el biopolímero, siendo superior a la de los otros métodos. Sin embargo, al analizar las desventajas, se encuentra que la solución de epíclorhidrina es una sustancia cancerígena y que, al estar el bioplástico en muchos casos en contacto con alimentos, se consideró que no debería usarse.

A continuación, se detallan las tecnologías existentes en cada etapa del proceso.

- **Pesado:** Para el pesado de la materia prima, se usará una balanza. Esta puede ser móvil (para trasladarla a diferentes áreas del proceso) o fija. Asimismo, esta puede ser plana o con tolva para depositar el material en otra parte del proceso.
- **Transporte de la materia prima al mezclador:** Para esta etapa, se requiere que la materia prima previamente pesada sea trasladada al mezclador. Para trasladar el material, se puede usar una faja transportadora o un elevador de tornillo.
- **Mezclado:** Para el mezclado de los componentes se pueden usar principalmente los tanques. Asimismo, hay varios reactores como el abierto

con agitación, el de reactor cerrado con agitador y chaqueta, reactor con catalizador en estrato fijo y chaqueta, etc, y el uso de cada uno depende de objetivos específicos.

- **Extrusión:** Para el proceso de extrusión, se ha identificado que se puede trabajar con una extrusora de un tornillo o de doble tornillo, dependiendo la velocidad de calentamiento y el porcentaje de humedad. Además, la extrusora de doble tornillo posee un efecto de auto limpieza, generando bajas mermas en los procesos y un transporte estable del material.
- **Enfriado:** Para el cambio de temperatura de sustancias se puede usar ventiladores, calentadores o enfriadores, dependiendo la temperatura que se desee alcanzar.
- **Transporte:** El material que sale de la extrusora para ser enfriado requiere ser transportado para luego ser cortado. Asimismo, el material que sale del secador requiere ser llevado al tamiz. Hay distintos equipos de movimiento de sustancias como insufladoras, bombas y fajas transportadoras, dependiendo si el material a trasladar se encuentra en estado líquido, sólido o gaseoso.
- **Cortado:** La operación de cortado en pellets puede realizarse de manera manual o automática mediante una máquina; para este caso, se realizará el corte mediante una cortadora automática, debido a que se requiere cortes de misma longitud y con gran capacidad de procesamiento para asegurar la continuidad del proceso.
- **Secado:** Existen distintas máquinas para realizar operaciones de secado: Secador cilíndrico, de lecho o secadores granuladores. Para este proceso, se usará uno cilíndrico vertical que es especial para sólidos granulados como requiere esta operación.
- **Tamizado:** Con la finalidad de separar los pellets que cumplan el tamaño adecuado de los que no lo cumplan, los pellets pueden ser revisados de manera manual, es decir, con un operario que utilice un instrumento de medición para asegurar las medidas de los pellets, o mediante un tamiz, máquina que cuenta con una malla para retener el producto terminado no apto para ser envasado.

- **Envasado:** El envasado consiste en colocar el producto terminado en sacos de 50 kilogramos. Esta operación se puede realizar de manera manual o a través de una máquina envasadora, dependiendo de la velocidad requerida.

b. Selección de la tecnología

El método seleccionado fue el método para producción de almidón termoplastificado.

Tabla 5.3

Método de criterio técnico para selección de proceso de obtención de TPS

FACTORES	Valor base	Método para producción de almidón termoplastificado Patente N° 6 136 067	Método termomecánico para obtener TPS Universidad Cauca	Método brasileño de obtención de bioplástico de harina de yuca
Calidad	10	9	9	8
Disponibilidad de información	8	6	4	3
Complejidad	5	5	4	2
TOTAL		20	17	13

Nota. Adaptado de *Diseño de un proceso industrial para obtener plástico biodegradable (TPS) a partir de almidón de yuca manihot sculenta*, por Pedro Pablo Angeles Chero, 2015.

A partir del cuadro anterior, se puede determinar que el método para producción de almidón termoplastificado es el más recomendado. Además, por la sustancia cancerígena que tiene el método brasileño, este automáticamente está descartado para nuestro proyecto, debido a que las bolsas (producto final) tendrán entre sus usos el almacenamiento de alimentos.

El método para producción de almidón termoplastificado, en cuanto a calidad, permite obtener TPS de buenas propiedades plásticas para diversos usos y costos reducidos. Asimismo, el producto muestra diferentes niveles de permeabilidad.

Por el lado de la información, este método elegido cuenta con más información que los demás para diseñar el proceso.

Finalmente, con relación a la complejidad, el método es corto y no requiere maquinaria sofisticada que sea difícil de obtener, por lo que genera un producto a bajo costo.

En lo referente a la maquinaria, luego de haber analizado las tecnologías disponibles para cada etapa del proceso, se eligió la más conveniente para cada una. A continuación, se detalla la elección de las tecnologías

Tabla 5.4

Elección de las tecnologías más apropiadas

Operación	Máquina seleccionada	Observaciones
Pesado	Balanza fija con tolva	El material pesado va a ser depositado en un elevador de tornillo y a través de este será trasladado a otra etapa del proceso
Transporte	Elevador de tornillo	El material se encuentra en forma de polvo (almidón) y este requiere entrar a un tanque mezclador por la parte de arriba
Mezclado	Tanque con reactor cerrado con agitador y chaqueta	El agitador cumplirá la función de mezclar todos los componentes y generar una mezcla homogénea, y la chaqueta cumplirá la función de mantener la temperatura requerida en cada momento durante este proceso de mezclado
Extrusión	Extrusora de doble tornillo	La extrusora de doble tornillo se usa para trabajos con alta humedad de materiales, y el material entrante en este proceso contiene una gran cantidad de agua.
Enfriado	Ventilador	Al tratarse de material sólido, se usará un ventilador con la potencia necesaria para poder enfriar el material a la temperatura requerida antes de que ingrese a la siguiente estación de trabajo.
Transporte	Faja transportadora	Se utilizará la faja transportadora al tratarse de transporte de material sólido.
Cortado	Cortadora	Se realizará el corte mediante una cortadora, debido a que se requiere cortes de misma longitud y con gran capacidad de procesamiento para asegurar la continuidad del proceso.
Secado	Secado	Se usará un secador cilíndrico vertical que es especial para sólidos granulados como requiere esta operación.
Tamizado	Tamiz	Debido a la necesidad de asegurar la continuidad del proceso y la calidad del producto, reducir tiempos y costos fijos en operarios a largo plazo, se decidió optar por un tamiz.
Envasado	Envasadora	Se usará una envasadora automática para poder cumplir con los tiempos de producción, considerando que el trabajo será de un turno por día

5.2.2 Proceso de producción

a. Descripción del proceso

En el presente acápite se procederá a describir detalladamente el proceso productivo del polímero de almidón de yuca

- **Recepción y pesado de materia prima:** Se recibirá el almidón de yuca en sacos de 25 kg los cuales deberán cumplir con determinadas propiedades físicas (humedad de $11,5 \pm 0,5\%$ y densidad de 1548 g/L). Estos sacos se almacenarán en un ambiente cerrado y ventilado, y apilados en parihuelas. El

almidón de los sacos será vertido en una tolva, el cual alimenta a un elevador tornillo, que posteriormente descargará el almidón al tanque mezclador.

- **Mezclado:** El almidón de yuca proveniente de la tolva de balanza alimentará al tanque mezclador (reactor) para luego ser mezclado junto con agua y glicerina de grado comercial USP 99,5%. Esta última será añadida a razón de 25,71% de la materia prima ingresada, y el agua a razón del 17,14% de la materia prima ingresada al proceso. Esto con el fin de obtener una mezcla de aproximadamente 70% de almidón, 12% de agua y 18% de glicerina, la cual permita un plastificado apropiado. Además de los insumos antes referidos, se le agregará aditivos como el ácido esteárico (al 95% de pureza), ácido cítrico y bicarbonato de sodio (formadores y mejoradores de película). En seguida, la mezcla es calentada por la chaqueta del reactor, y agitada por una hélice (ubicada en el interior del reactor o tanque mezclador) a una temperatura de 60°C, con la finalidad de conseguir una mezcla adecuada. Una vez finalizada esta actividad, la mezcla será vaciada al extrusor, por medio de su tolva de alimentación.

Es importante mencionar que en el extrusor se llevan a cabo tres fenómenos: el gelatinizado, la retrogradación y la desestructuración. Estos serán descritos, a continuación.

- **Gelatinizado:** La mezcla será calentada hasta los 65°C, en el extrusor (máquina que cuenta con un sistema de calefacción con resistencia eléctrica y un sistema de control automático de temperatura). En el proceso endotérmico de gelatinización, los gránulos del almidón pierden cristalinidad por el calor y las prominentes cantidades de agua existentes, formando una pasta viscosa o un gel a temperatura crítica.
- **Enfriado:** Una vez finalizado el gelatinizado, se deja de calentar la mezcla y comienza la etapa de enfriamiento, la cual genera un aumento en la viscosidad de la mezcla, produciéndose el fenómeno de retrogradación (incremento espontáneo del orden). A la vez, se origina un decrecimiento de la solubilidad en agua fría y un incremento de la turbiedad.
- **Desestructurado:** La susodicha mezcla es desestructurada en el extrusor, a una temperatura de 150°C. Es aquí donde el polímero pasa continuamente en

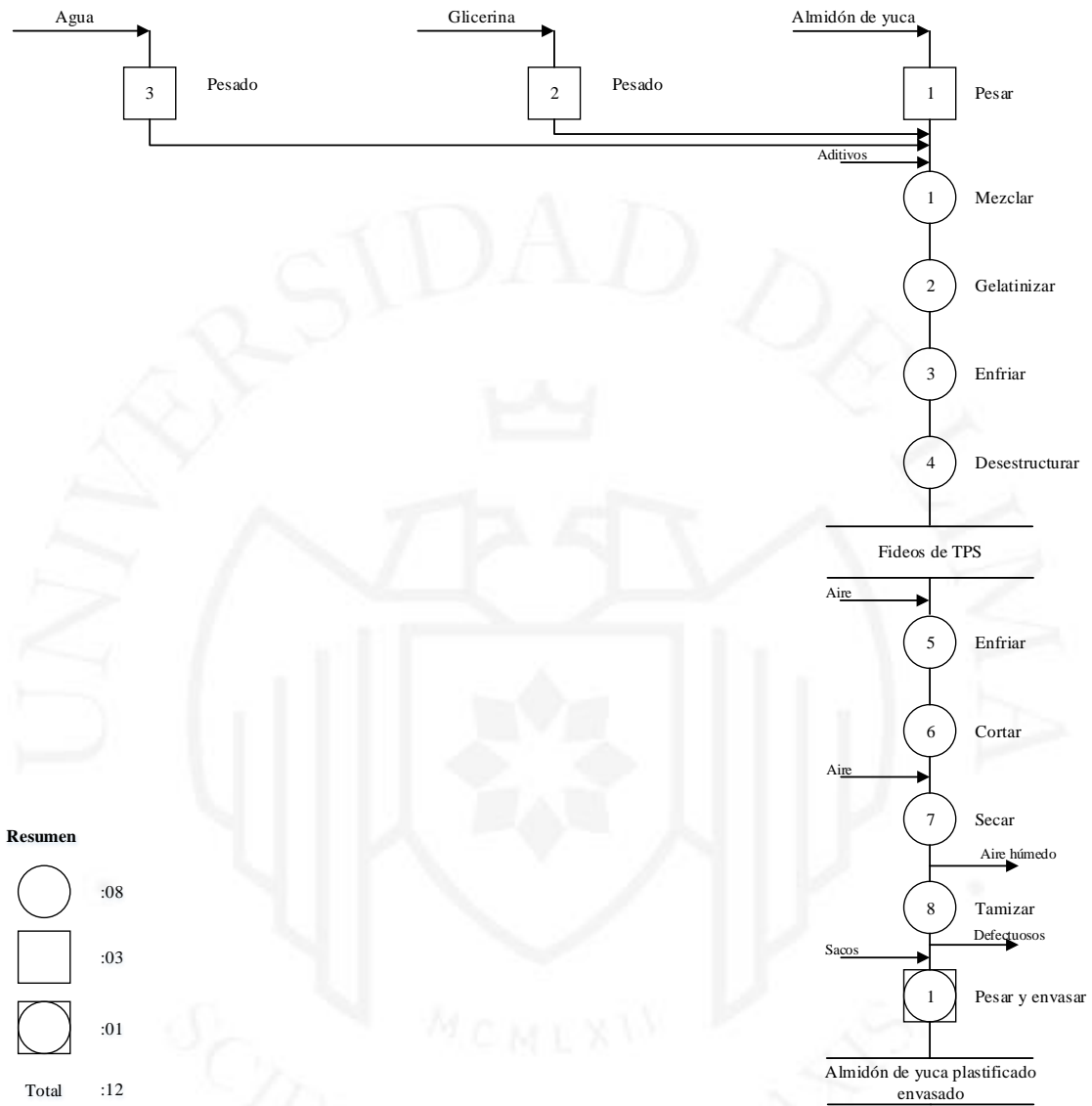
estado fluido, por medio del tornillo sin fin. En la primera etapa del extrusor, la masa fundida alcanzará una viscosidad de entre 600 a 800 Pa-s, y en la segunda y última debe alcanzar una viscosidad entre 1 100 a 1 200 Pa-s. Lo que se busca en esta actividad es que la masa tenga una mínima cantidad de agua y un alto nivel de desestructuración. Antes de salir del extrusor la masa fundida aumentará su viscosidad a medida que sea removida la humedad y la temperatura se reduzca hasta los 75°C. También, la presión debe ser aumentada gradualmente hasta los 72 bar. El semiproducto obtenido es el Almidón Termoplastificado (TPS), el cual abandona el extrusor a 75°C y a 72 bar.

- **Enfriado:** El semiproducto que sale del extrusor tiene forma de fideos. Este es estirado en un transportador de faja el cual recibe un flujo de aire procedente de un ventilador, con el propósito de estabilizar y solidificar la textura del TPS.
- **Cortado:** Los fideos solidificados y enfriados son cortados en pellets pequeños al finalizar su recorrido en el transportador. Esto ocurre con el fin de permitir un secado adecuado en la siguiente actividad.
- **Secado:** El TPS pelletizado es introducido al secador paddle, para retirar todos los adyuvantes, plastificantes volátiles y líquidos residuales. En esta etapa, se lleva a cabo la revolución de los granos en el secador producto de la circulación del aire que proviene de un ventilador, así como la extracción del aire húmedo.
- **Tamizado:** Los gránulos abandonan el secador con una humedad del 2% y son descargados a un tamiz a través de un transportador, para poder separar los granos con un tamaño apropiado de los que no poseen tal requerimiento.
- **Pesado y envasado:** El TPS clasificado en el tamiz es pesado y envasado en sacos de tela de 50 kg de capacidad. Este es el producto final listo para ser almacenado.

b. Diagrama de proceso: DOP

Figura 5.1

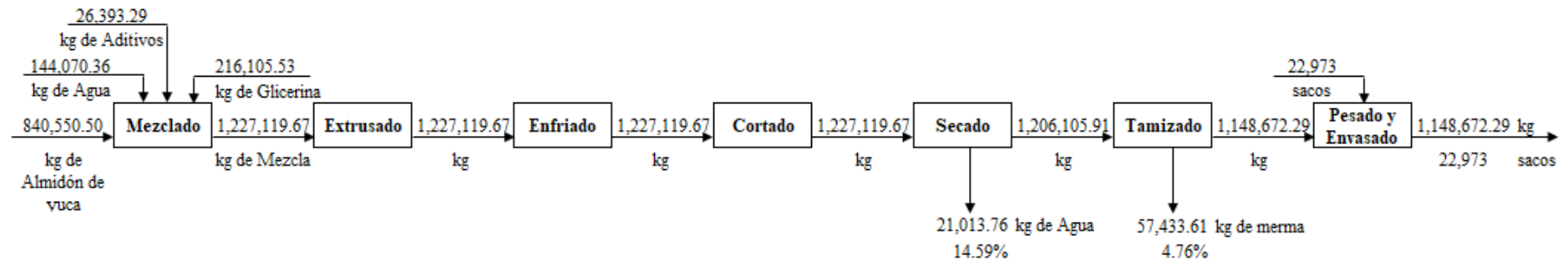
Diagrama de operaciones del proceso (DOP)



c. Balance de materia

Figura 5.2

Balance de materia



5.3 Características de las instalaciones y equipos

5.3.1 Selección de la maquinaria y equipos

La maquinaria y equipos necesarios para el proceso productivo se seleccionaron a partir de la página Alibaba y Shangai Barcelona Trading, considerando que Alibaba cuenta con una gran variedad de marcas y modelos para las máquinas, por lo que se pudo realizar una amplia evaluación a partir de la capacidad requerida para el proceso, y Shangai Barcelona Trading es una empresa reconocida y segura para adquirir maquinaria, contando con garantía. Además, cuenta con más de 20 años en el mercado, por lo que garantiza experiencia.

Para la elección de cada máquina fue necesario analizar su capacidad de producción, ya que debe poder satisfacer la demanda solicitada. Además, se tomó en cuenta su precio para poder minimizar costos de inversión y de costos fijos de depreciación. Por último, se buscó que cada máquina seleccionada sea parecida a la usada en el proceso.

5.3.2 Especificación de la maquinaria

A continuación, se muestra la maquinaria y los equipos seleccionados para el proceso productivo.

Tabla 5.5

Especificaciones técnicas de la balanza industrial con tolva

Marca	SMART AY
Modelo	SW-LW2
Capacidad	3 600 kg/h
Peso	180/200 kg
Panel de control	Pantalla táctil de 7 pulgadas
Dimensiones (m)	1(L) x 1 (A) x 1.3 (H)

Nota. Adaptado de *Balanza industrial con tolva*, por Alibaba, 2021. (<https://www.alibaba.com>)

Figura 5.3

Balanza industrial con tolva



Tabla 5.6

Especificaciones técnicas del elevador de tornillo

Marca	Kenwei
Modelo	FM-3G3
Capacidad	4 644 kg/h
Material	Acero inoxidable
Diámetro tubería (m)	0,114
Diámetro tolva (m)	1,2
Ángulo de inclinación	45,30 o 60 grados
Altura estándar (m)	1,8

Nota. Adaptado de *Elevador de Tornillo*, por Alibaba, 2021. (<https://www.alibaba.com>)

Figura 5.4

Elevador de tornillo



Tabla 5.7

Especificaciones técnicas del tanque mezclador

Marca	Q&R
Modelo	Agitador y chaqueta
Capacidad	1 500 kg/h
Peso	300 kg
Altura (m)	1,22
Diámetro (m)	1,06

Nota. Adaptado de *Tanque mezclador*, por Alibaba, 2021. (<https://www.alibaba.com>)

Figura 5.5

Tanque mezclador



Tabla 5.8

Especificaciones técnicas de la extrusora de doble tornillo

Marca	Friend Machinery
Modelo	SJSZ-92
Capacidad	1 000 kg/h
Peso	8 000 kg
Dimensiones (m)	3,2 (L) x 1,1 (A) x 1,8 (H)

Nota. Adaptado de *extrusora de doble tornillo*, por Alibaba, 2021. (<https://www.alibaba.com>)

Figura 5.6

Extrusora de doble tornillo



Tabla 5.9

Especificaciones técnicas de la cinta transportadora

Marca	Maxsen
Capacidad	3 000 kg/h
Dimensiones (m)	2,5 (L) x 0,5 (A) x 1 (H)
Radio interno (m)	0,5
Material	Aleación de aluminio

Nota. Adaptado de *Cinta transportadora* por Alibaba, 2021. (<https://www.alibaba.com>)

Figura 5.7

Cinta transportadora



Tabla 5.10

Especificaciones técnicas del secador de lecho fluidizado

Marca	Shinma
Modelo	300
Capacidad	1 400 kg/h
Altura (m)	4
Diámetro (m)	1,6

Nota. Adaptado de *Secador fluidizado de alta eficiencia* por Alibaba, 2021. (<https://spanish.alibaba.com>)

Figura 5.8

Secador de lecho fluidizado



Tabla 5.11

Especificaciones técnicas del tamiz

Marca	Dahan
Modelo	DZSF-1845-2P
Dimensiones (m)	2,199 (L) x 0,808 (A) x 0,878 (H)
Peso	336 kg
Capacidad	5000 kg/h
Diámetro del filtro de la malla (mm)	10

Nota. Adaptado de *Tamiz industrial* por Alibaba, 2021. (<https://spanish.alibaba.com>)

Figura 5.9

Tamiz



Tabla 5.12

Especificaciones técnicas de la envasadora con elevador de tornillo

Marca	SYWEN
Modelo	SP-DG-50
Dimensiones (m)	0,95 (L) x 1,5 (A) x 2,5 (H)
Peso	350 kg
Capacidad	3 000 kg/h

Nota. Adaptado de *Elevador industrial de tornillo* por Shanghai Barcelona Trading, 2021. (<https://www.proveedores.com/proveedores/shanghai-barcelona-trading/>)

Figura 5.10

Envasadora con elevador de tornillo



Tabla 5.13

Especificaciones técnicas de la cortadora industrial

Marca	Bodga
Producto	Pellets
Dimensiones (m)	1,5 (L) x 1,3 (A) x 1,8 (H)
Peso	400 kg
Capacidad	800 kg/h

Nota. Adaptado de *Cortadora industrial* por Alibaba, 2021. (<https://spanish.alibaba.com>)

Figura 5.11

Cortadora industrial



Tabla 5.14

Especificaciones técnicas del ventilador

Marca	Kolowa
Modelo	LR62-3D
Cantidad de hojas	3
Material de hoja	Acero galvanizado de 54"
Dimensiones (m)	1,68(L) x 1,68 (A) x 1,02 (H)

Nota. Adaptado de *Tamiz industrial* por Alibaba, 2021. (<https://spanish.alibaba.com>)

Figura 5.12

Ventilador



Tabla 5.15

Especificaciones técnicas de la balanza industrial

Marca	Gram
Modelo	ZMISSIL-F1-150
Dimensiones (m)	0,4 (L) x 0,3 (A) x 1 (H)
Peso	22,7 kg
Capacidad	150 kg

Nota. Adaptado de *Balanza industrial* por Alibaba, 2021. (<https://spanish.alibaba.com>)

Figura 5.13

Balanza industrial

**Tabla 5.16**

Especificaciones técnicas de la tolva con tornillo

Marca	Rainbow Machinery
Material	104 Acero inoxidable
Capacidad	4 200 kg/h
Volumen	300 L
Dimensiones (m)	1,88 (L) x 0,88 (A) x 1,16 (H)

Nota. Adaptado de *Tolva industrial con tornillo* por Alibaba, 2021. (<https://spanish.alibaba.com>)

Figura 5.14

Tolva con tornillo



Tabla 5.17

Especificaciones técnicas de la bomba con agua

Marca	Yinjia
Modelo	YMP9-70
Capacidad	160 L/min
Volumen	300 L
Dimensiones (m)	0,627 (L) x 0,195 (A) x 0,223 (H)
Potencia	2,2 KW/h

Nota. Adaptado de *Bomba con agua* por Alibaba, 2021. (<https://spanish.alibaba.com>)

Figura 5.15

Bomba de agua



Tabla 5.18

Especificaciones técnicas del tanque de agua

Marca	HML
Material	Polietileno
Dimensiones (m)	1,2 (L) x 1 (A) x 1,15 (H)
Peso	57 kg
Capacidad	1 000 L

Nota. Adaptado de *Tanque de agua* por Alibaba, 2021. (<https://spanish.alibaba.com>)

Figura 5.16

Tanque de agua



Tabla 5.19

Especificaciones técnicas del tubo de polipropileno

Marca	Jiquing
Material	Polipropileno
Diámetro	200 mm
Longitud	10 m
Grosor	10 mm

Nota. Adaptado de *Tubo de polipropileno* por Alibaba, 2021. (<https://spanish.alibaba.com>)

Figura 5.17

Tubo de polipropileno



5.4 Capacidad instalada

5.4.1 Cálculo detallado del número de máquinas y operarios requeridos

Para el cálculo del número de máquinas, se utilizó la siguiente fórmula.

$$n = \frac{\text{Cantidad a procesar} * \text{Tiempo estándar}}{\text{Eficiencia} * \text{Utilización} * \text{Tiempo del periodo}}$$

Donde se utilizó una eficiencia del 0,9 para las máquinas y la utilización se determinó a partir del tiempo en el que las máquinas están operando en un turno; en este caso, de las 8 horas de trabajo, los operarios tendrán 45 minutos de refrigerio; por lo tanto, de las 2 080 horas disponibles sólo se trabajarán 1885. Además, descontando las 26 horas de mantenimiento anuales (30 minutos semanales se revisan las máquinas), las horas netas trabajadas suman 1859. Al dividir las horas netamente trabajadas entre las horas completas del turno de trabajo, resulta una utilización de 0,89.

A continuación, se muestra el cuadro del cálculo del número de máquinas.

Tabla 5.20*Número de máquinas*

Máquina	Cantidad de entrada (kg/año)	Tiempo estándar (H-M/kg)	E	U	Tiempo del periodo (horas/año)	n	Número de máquinas
Balanza	840 550,50	0,000278	0,9	0,89	2 080	0,1396	1
Elevador de tornillo	840 550,50	0,000215	0,9	0,89	2 080	0,1082	1
Mezclador	840 550,50	0,000667	0,9	0,89	2 080	0,3349	1
Extrusor	1 227 119,67	0,001000	0,9	0,89	2 080	0,7334	1
Transportador	1 227 119,67	0,000333	0,9	0,89	2 080	0,2445	1
Cortador	1 227 119,67	0,001250	0,9	0,89	2 080	0,9168	1
Elevador de tornillo	1 227 119,67	0,000215	0,9	0,89	2 080	0,1579	1
Secador de lecho fluidizado	1 227 119,67	0,000909	0,9	0,89	2 080	0,6668	1
Tolva con tornillo	1 206 105,91	0,000238	0,9	0,89	2 080	0,1716	1
Tamiz	1 206 105,91	0,000200	0,9	0,89	2 080	0,1442	1
Máquina envasadora	1 148 672,29	0,000333	0,9	0,89	2 080	0,2289	1

Para las actividades manuales del proceso, se realizó un cuadro para determinar el número de operarios requeridos.

Tabla 5.21*Número de operarios*

Actividad	Cantidad de entrada (kg/año)	Tiempo estándar (H-H/kg)	Tiempo disponible	E	U	n
Descarga de sacos de almidón de yuca	840 550,50	0,000501	2 080	0,9	0,89	0,20197
Pesado de insumos y llenado del mezclador	216 105,53	0,001687	2 080	0,9	0,89	0,17485
Retiro de residuos del tamiz	57 434	0,000930	2 080	0,9	0,89	0,02569
Subtotal de número de operarios	-	-	-	-	-	0,40252
Total de operarios	-	-	-	-	-	1

El proceso cuenta con 3 actividades manuales: Colocar la materia primera en la balanza tolva, pesar y colocar los insumos en la mezcladora y retirar los residuos del tamiz. Para colocar el almidón de yuca en la balanza, el operario se demora entre abrir los 19 sacos de 25 kg y colocar los 466,9 kg de materia prima (cantidad requerida de

materia prima para cada flujo del proceso) en la balanza un total de 14 minutos; es decir, se demoró 0,03 minutos/kg. Para colocar la glicerina y los aditivos en el mezclador, estos se pesan en otra balanza y se suben para ser introducidos al mezclador. Esta actividad toma 13,6 minutos por los 134,69 kg; es decir, 0,1012 minutos/kg. Finalmente, retirar los 23,33 kg de residuo del tamiz y volver a colocar el recipiente en su lugar para almacenar nuevos residuos demora en realizar esta actividad 72 segundos; es decir, 0,0558 minutos/kg.

Es importante mencionar que será necesario contar con un operario más, debido a que los insumos tienen que ingresar juntos al mezclador para garantizar la continuidad del proceso y conservar las propiedades finales del producto, así como los tiempos del proceso, y un operario no cuenta con la fuerza para hacer ingresar toda esa cantidad de insumos. Además, se requiere de un operario junto a la máquina envasadora, debido a que es la única máquina semiautomática del proceso (el resto es automática) y un operario tiene que colocar los sacos de producto terminado en ella.

En conclusión, se contará con 3 operarios para la zona de producción y 3 en almacenes en la planta.

5.4.2 Cálculo de la capacidad instalada

Para determinar la capacidad de producción anual para cada operación (CO), se multiplicó la capacidad de procesamiento de cada máquina, el número de máquinas y el tiempo del periodo de trabajo. Luego, se multiplicó por un factor de conversión (FC), la eficiencia y utilización para poder determinar la capacidad de producción anual en unidades de producto terminado para cada operación (COPT). A continuación, se muestra una tabla con los cálculos realizados.

Tabla 5.22*Cálculo de la capacidad instalada*

Máquina	Cantidad de salida (kg/año)	Capacidad de procesamiento (kg/hora)	Número de máquinas	Tiempo del periodo (horas/año)	E	U	CO (kg/año)	FC	COPT (sacos/año)
Balanza	840 550,50	3 600	1	2 080	0,9	0,89	6 023 160,00	0,0273	164 618
Elevador de tornillo	840 550,50	4 644	1	2 080	0,9	0,89	7 769 876,40	0,0273	212 357
Mezclador	1 227 119,67	1 500	1	2 080	0,9	0,89	2 509 650,00	0,0187	46 983
Extrusor	1 227 119,67	1 000	1	2 080	0,9	0,89	1 673 100,00	0,0187	31 322
Transportador	1 227 119,67	3 000	1	2 080	0,9	0,89	5 019 300,00	0,0187	93 966
Cortador	1 227 119,67	800	1	2 080	0,9	0,89	1 338 480,00	0,0187	25 057
Elevador de tornillo	1 227 119,67	4 644	1	2 080	0,9	0,89	7 769 876,40	0,0187	145 460
Secador de lecho fluidizado	1 206 105,91	1 100	1	2 080	0,9	0,89	1 840 410,00	0,0190	35 054
Tolva con tornillo	1 206 105,91	4 200	1	2 080	0,9	0,89	7 027 020,00	0,0190	133 845
Tamiz	1 148 672,29	5 000	1	2 080	0,9	0,89	8 365 500,00	0,0200	167 306
Máquina envasadora	1 148 672,29	3 000	1	2 080	0,9	0,89	5 019 300,00	0,0200	100 384
Producto terminado (sacos)	22 973								

En conclusión, el cuello de botella se encuentra en la operación de cortado, ya que la máquina cortadora puede producir un máximo de 25 057 sacos/año.

5.5 Resguardo de la calidad e inocuidad del producto

5.5.1 Calidad de la materia prima, de los insumos, del proceso y del producto

A fin de que el producto final cumpla con todas las especificaciones técnicas requeridas y cuente con altos estándares de calidad, se efectuará un control de calidad o inspección a los insumos, el proceso y al producto final.

Tanto para el almidón de yuca como para los demás insumos, se realizará un control de calidad o inspección antes de efectuar la actividad del pesado de cada insumo. Esto se hará con el fin de asegurar que la materia prima e insumos presenten todas las especificaciones técnicas necesarias para elaborar un producto de calidad. En el caso específico de la materia prima, por ser un insumo de carácter alimenticio, se le deberá aplicar análisis organolépticos y físicos, para garantizar la inocuidad del almidón y que presente todas las características físicas necesarias, exhibidas en el cuadro que sigue.

Tabla 5.23

Características físicas del almidón de yuca

Característica	Técnica utilizada	Norma	Resultado
Tamaño del gránulo	ISI, 1999	99% malla 100	99,30%
Contenido de materia seca	ICONTEC, 2002	87-90%	88,50%
Pulpa	Grace, 1997	<0,3%	0,27%
Color	Grace, 1997	Blanco	Blanco
Densidad aparente	Smith, 1967	≈1,560 g/ml	1,548 g/ml
Viscosidad (Solución al 5%)	ISI, 2002	850-1 350 cp	1 150 cp
Temperatura de gelatinización	Grace, 1977	57.5-70°C	65°C
Índice de absorción de agua	Grace, 1977	0,82-15,52 g gel/g/muestra	
Índice de solubilidad del agua	Grace, 1977	0,27-12,32%	
Poder de hinchamiento	Grace, 1977	0,79-15,45	

Nota. De *Diseño de un proceso industrial para obtener plástico biodegradable (TPS) a partir de almidón de yuca manihot sculenta*, por Pedro Pablo Angeles Chero, 2015.

El proceso productivo, en su mayoría, no necesitará de inspecciones de calidad, puesto que la mayoría de las máquinas son automatizadas y el proceso será continuo; es decir, no existirá intermitencias durante el mismo. No obstante, existirá un operario que supervisará el proceso de extrusión, para verificar que los fideos de TPS procedentes del extrusor no presenten anomalías por alguna obstrucción en el cabezal de la máquina aludida. Para evitar inconvenientes como el mencionado, se hará mantenimiento a toda la maquinaria y equipos que intervienen en el proceso productivo, lo cual garantizará un nivel de calidad alto del producto y del servicio. El sistema de mantenimiento a aplicar será explicado más adelante con mayor profundidad.

En cuanto al producto, se efectuará un control de calidad a un saco de cada cincuenta producidos, al mismo al cual se le extraerá una muestra del 10% de su peso, para posteriormente efectuar análisis físico y químicos; con el fin de verificar si el producto posee todas las propiedades físico-químicas requeridas (humedad, temperatura, tamaño, peso, composición química, etc.). Asimismo, se establecerá lugares aptos para almacenar adecuadamente el bioplástico, para que este no sufra alteraciones.

5.6 Estudio de impacto ambiental

Un impacto ambiental es una modificación o alteración en el medio ambiente debido a la intervención o actividad humana. Este puede ser positivo o negativo, ocasionando este último una inestabilidad en el equilibrio ecológico, generando daños en el medio ambiente y, por tanto, en la salud de todos los seres vivos.

El proceso productivo no cuenta con procesos que ocasionen impactos muy significativos; sin embargo, se ha elaborado un cuadro donde se detallan todos los procesos y operaciones del proceso que pueden generar algún impacto ambiental así sea mínimo, así como también antes del inicio de operaciones.

Tabla 5.24*Impactos ambientales del proyecto*

Operación/ Proceso	Salida	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Norma ambiental aplicable	Medidas de prevención
Construcción de planta	Ruido	Generación de ruido	Contaminación sonora	ECA del ruido	EPP Controlar decibeles
Construcción de planta	Ruido	Proyección y generación de residuos sólidos	Contaminación sonora	ECA del ruido	Lentes de seguridad y EPP respiratorio
Mezclado	Ruido	Generación de ruido	Contaminación sonora	ECA del ruido	EPP Controlar decibeles
Extrusado	Ruido	Generación de ruido	Contaminación sonora	ECA del ruido	EPP Controlar decibeles
Secado	Ruido	Generación de ruido	Contaminación sonora	ECA del ruido	EPP Controlar decibeles
Tamizado	Producto con tamaño no adecuado	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	Ley general de residuos sólidos	Correcta disposición de los residuos sólidos

Para poder determinar el impacto de cada etapa del proceso productivo donde se generen impactos ambientales, se realizó un cuadro con los siguientes criterios de calificación.

Tabla 5.25*Criterios de calificación*

Calificación	Severidad (s)	Alcance (a)	Duración (d)	Frecuencia (f)
1	Muy leve	En un punto del proyecto	Días	Anual
2	Leve	En una sección del proyecto	Semana	Semestral
3	Moderado	En el área del proyecto	Meses	Mensual
4	Grave	En el área de influencia	Años	Semanal
5	Crítico	Fuera del área de influencia	Permanente	Diaria

Luego, se precisó la siguiente fórmula para poder determinar el impacto.

$$I = (s + a + d) * f$$

Por último, se procedió a realizar la evaluación de los impactos ambientales.

Tabla 5.26*Evaluación de impactos ambientales*

Operación / Proceso	Salida	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	s	a	d	f	Impacto	Nivel de impacto
Construcción de planta	Polvo	Proyección y generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo y del aire	3	4	1	5	40	Medio
Construcción de planta	Ruido	Generación de ruido	Contaminación sonora	2	2	1	5	25	Bajo
Mezclado	Ruido	Generación de ruido	Contaminación sonora	2	2	1	5	25	Bajo
Extrusado	Ruido	Generación de ruido	Contaminación sonora	2	2	1	5	25	Bajo
Secado	Ruido	Generación de ruido	Contaminación sonora	2	2	1	5	25	Bajo
Tamizado	Producto con tamaño no adecuado	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	1	1	1	5	15	Bajo

Asimismo, el nivel de impacto fue hallado mediante la siguiente tabla, donde clasifica al puntaje de los impactos mediante rangos.

Tabla 5.27*Rangos de nivel de impacto ambiental*

Rango	Nivel de impacto
1-25	Bajo
26-50	Medio
51-75	Alto

5.7 Seguridad y Salud ocupacional

Con la finalidad de ofrecer las mejores condiciones de trabajo al personal de la compañía, el presente proyecto se alinearé a lo estipulado en la Ley N° 29783, llamada Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), en la que se encuentran todos los lineamientos, políticas, principios, etc. relacionados a la seguridad y salud ocupacional. Para cumplir todo lo establecido en la mencionada ley y evitar la potencial existencia de acciones y condiciones subestándar, se implementará un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST), en la cual se realice un adecuado análisis e identificación de

riesgos, peligros y fuentes de incendio, así como tomar medidas de prevención y protección ante los riesgos y consecuencias que podría conllevar determinada actividad del proceso productivo.

Con el fin de cuantificar el nivel de riesgo que conlleva realizar cada tarea del proceso aludido, se elaborará una matriz IPERC



Tabla 5.28

Matriz IPERC

			Fecha: 16 de Octubre del 2020									
Proceso: Producción de polímero de almidón de yuca			Responsable: Aranda Lozano, Kevin Andre									
Tarea	Peligro	Riesgo	Probabilidad					RIESGO = PROBABILIDAD x SEVERIDAD	Nivel de riesgo	Riesgo significativo	Medidas de control	
			Índice de personas expuestas	Índice de procedimientos existentes	Índice de capacitación	Índice de exposición al riesgo	Índice de PROBABILIDAD					
Recepción y pesado	-Sacos pesados de almidón de yuca -Cilindro de Glicerina	-Posibles trastornos o lesiones musculoesqueléticas	1	2	1	2	6	2	12	M	Sí	-Emplear equipos que ayudan en la carga y descarga del elemento deseado
Mezclado	-Máquina con altas temperaturas -Glicerina y aditivos	-Probabilidad de sufrir quemaduras -Posible irritación y ardor ocular -Probabilidad de irritación y enrojecimiento de la piel -Posibles daños respiratorios	1	1	1	1	4	1	4	Triv.	No	-Uso de EPP aislante de calor -Señalizar el tanque mezclador y demarcar el área que ocupa -Utilizar respiradores -Usar de traje de seguridad, guantes y botas -Utilizar googles

(continúa)

(continuación)

Tarea	Peligro	Riesgo	Índice de personas expuestas	Índice de procedimientos existentes	Índice de capacitación	Índice de exposición al riesgo	Índice de PROBABILIDAD	Índice de SEVERIDAD	RIESGO = PROBABILIDAD x SEVERIDAD	Nivel de riesgo	Riesgo significativo	Medidas de control
Extrusado	-Máquina con altas temperaturas -Uso elevado de energía eléctrica	-Posibles quemaduras -Probabilidad de sufrir quemaduras y/o lesiones por el paso de corriente en el cuerpo	0	1	1	1	3	2	6	Tol.	No	-Utilizar de EPP aislante de calor -Señalización del extrusor y demarcación de la zona que ocupa
Enfriado	-Ventilador industrial	-Posibilidad de sufrir cortes	0	1	1	1	3	1	3	Triv.	No	-Usar guantes -Señalizar las máquinas (Ventilador y faja transportadora) y demarcar el área que ocupa

(continúa)

(continuación)

Tarea	Peligro	Riesgo	Índice de personas expuestas	Índice de procedimientos existentes	Índice de capacitación	Índice de exposición al riesgo	Índice de PROBABILIDAD	Índice de SEVERIDAD	RIESGO = PROBABILIDAD x SEVERIDAD	Nivel de riesgo	Riesgo significativo	Medidas de control
Cortado	-Elementos cortantes y partículas sólidas	-Probabilidad de cortes y de proyección de sólidos	0	1	1	1	3	1	3	Triv.	No	-Hacer uso de guantes de material resistente a elementos cortantes -Señalización de la cortadora y demarcación de la zona que ocupa -Utilizar lentes de seguridad
Secado	-Aire húmedo (con aditivos)	-Posible intoxicación	0	1	1	1	3	1	3	Triv.	No	-Utilizar respiradores o algún otro EPP de protección respiratoria -Instalar filtro para filtrar aire húmedo
Tamizado	-Generación de ruido	-Probabilidad de daño auditivo	0	2	1	1	4	1	4	Triv.	No	-Uso de tapones u orejeras
Pesado y envasado	-Sacos de 50 kg	-Posibilidad de sufrir trastornos o lesiones musculoesqueléticas	1	2	1	2	6	2	12	M	Sí	-Utilización de equipos de carga pesada

Para la evaluación cuantitativa de cada actividad en la matriz antes mostrada, se tomaron en cuenta los siguientes criterios.

Figura 5.18

Índice según probabilidad y severidad

Índice	PROBABILIDAD				SEVERIDAD (Consecuencia)
	PERSONAS EXPUESTAS	PROCEDIMIENTOS EXISTENTES	CAPACITACIÓN	EXPOSICIÓN AL RIESGO	
1	1 a 3	Existen, satisfactorios y suficientes	Personal entrenado, conoce el peligro y lo previene	Al menos una vez al año ESPORADICAMENTE	Daño a la seguridad: Lesión sin incapacidad Daño a la salud: Disconfort Incomodidad
2	4 a 12	Existen parcialmente y no son satisfactorios o suficientes	Personal parcialmente entrenado, conoce el peligro pero no toma acciones de control	AL menos una vez al mes EVENTUALMENTE	Daño a la seguridad: Lesión con incapacidad Daño a la salud: Reversible
3	13 a mas	No existen	Personal no entrenado, no conoce el peligro, no toma acciones de control	Al menos una vez al día PERMANENTE	Daño a la seguridad: Lesión con incapacidad permanente Daño a la Salud: Irreversible

Nota. Reproducido de *Índices según probabilidad y severidad*, por Universidad de Lima, 2019.

Figura 5.19

Nivel de riesgo

NIVEL DE RIESGO	POSTURA
TRIVIAL 4	<ul style="list-style-type: none"> No requiere Acción Específica
TOLERABLE 5 - 8	<ul style="list-style-type: none"> Mantener eficacia de las acciones preventivas Buscar alternativas mas económicas Comprobar e Inspeccionar Periódicamente para Mantener Nivel
MODERADO 9 - 16	<ul style="list-style-type: none"> Aplicar acciones para Reducir el Riesgo en un plazo determinado. Si riesgo esta asociado a consecuencias Extremadamente Dañinas (mortal o grave) reevaluar par mejorar resultados
IMPORTANTE 17 - 24	<ul style="list-style-type: none"> No empezar el Trabajo hasta reducir el riesgo Es posible que requiera importantes recursos para control del riesgo. Si el riegos esta asociado a un trabajo que se esta realizando, solucionar en corto plazo.
INTOLERABLE 25 - 36	<ul style="list-style-type: none"> No empezar ni continuar el Proceso hasta no Reducir el Riesgo Si no es posible reducir el Riesgo, prohibir el Trabajo (incluso con Recursos limitados)

Nota. Reproducido de *Nivel de riesgo*, por Universidad de Lima, 2019.

A continuación, se identificará las posibles fuentes de incendio, así como se planteará medidas de protección, prevención y control.

Tabla 5.29

Identificación de fuentes de potencial incendio

Actividad	Clase de fuego	Agente extintor	Causas de incendio	Prevención y control
Almacenamiento de glicerina	Clase B	-Polvo químico seco (PQS) -Espumas -Dióxido de carbono (CO ₂)	-Almacenar cerca a fuentes de calor y electricidad	-Almacenar el insumo en lugares lejanos a cuerpos que emitan electricidad y/o calor -Almacenar en lugares ventilados y en recipientes adecuados
Mezclado	Clase B y C	-Polvo químico seco (PQS) -Espumas -Dióxido de carbono (CO ₂)	-Contacto de glicerina y/o aditivos (por mala manipulación) con elementos calientes -Sobrecarga eléctrica del tanque mezclador	-Instalar interruptores termomagnéticos -Realizar mantenimiento al reactor
Extrusión	Clase C	-Gas carbónico (CO ₂) -Polvo químico seco (PQS)	-Conexión recargada en el extrusor	-Instalar interruptores termomagnéticos -Realizar mantenimiento al extrusor

En relación a las posibles fuentes de incendio, es relevante mencionar que ninguna sustancia que forma parte del proceso no está clasificada como inflamables. La más cercana de serlo es la glicerina, la cual tiene su punto de inflamación a los 160 °C (copa cerrada) y 177°C (copa abierta), motivo por el cual se tiene que tomar las medidas de prevención expuestas en el cuadro anterior.

Luego de la identificación de los conceptos ya aludidos y de tomar las medidas de prevención y protección pertinentes, es necesario que el SGSST cuente con lo siguiente.

- Un comité el cual vele por el cumplimiento de los objetivos vinculados a la seguridad y salud ocupacional lleve a cabo reuniones mensuales, inspecciones periódicas; así como evalúe planes, políticas y programas de la SST.
- Registros obligatorios de diversos conceptos, como accidentes en el trabajo, enfermedades ocupacionales, equipos de seguridad, estadísticas de SST, auditorías, inspecciones internas, etc.

- Instructivos, los cuales expliquen con claridad cómo debe efectuarse determinada actividad o tarea.
- Programas de formación y capacitación con el propósito de que el operario adquiera habilidades y conocimientos de las funciones que debe desempeñar. La capacitación debe de llevarse a cabo, por ejemplo, al momento de su contratación o cuando existan cambios en la tarea que realiza.
- Realización de exámenes periódicos antes, durante y al finalizar el vínculo laboral.

5.8 Sistema de mantenimiento

Para programar un plan de mantenimiento, primero es necesario determinar las fallas o averías que presentarían las máquinas que serán usadas en el proceso. A continuación, se muestra una tabla con las máquinas y sus posibles respectivas fallas o averías.

Tabla 5.30

Fallas o averías en las máquinas

Máquina	Fallas o averías comunes
Balanza de materia prima	Descalibración
Elevador de tornillo	Sobresaturación del material en el tornillo
Mezclador	Desajuste de pernos de acoplamiento
Extrusor	Aglutinamiento de la tolva
Transportador	Desgaste de los rodillos
Cortador	Daño en el interruptor de botón
Elevador de tornillo	Sobresaturación del material en el tornillo
Secador de lecho fluidizado	Desestabilización por suciedad
Tolva con tornillo	Impedimento del paso del material
Tamiz	Desgaste o ruptura de malla
Máquina envasadora	Paro de la descarga del material al saco
Balanza de producto terminado	Descalibración
Ventiladores	Trabas en el rotor

Con la finalidad de evitar fallas en la maquinaria en el largo plazo, se efectuarán mantenimientos preventivos a partir del segundo año, considerando que toda la maquinaria será nueva y debido a su ciclo de vida útil no requiere mantenimiento preventivo en el primer año. Otro mantenimiento que se va a realizar es el reactivo, siempre y cuando ocurran fallas o averías en las máquinas, pero se tratará de evitar

justamente realizando inspecciones o sustituciones preventivas para no tener paralizaciones, ya que eso lleva a pérdidas. Estas inspecciones se llevarán a cabo por los operarios de la planta que serán previamente capacitados.

A continuación, se muestra un cuadro con el mantenimiento programado para la maquinaria.

Tabla 5.31

Plan de mantenimiento

Máquina	Actividad	Frecuencia
Balanza de materia prima	Calibración, limpieza	Semanal
Elevador de tornillo	Inspección, limpieza	Mensual
Mezclador	Ajuste, limpieza	Quincenal
Extrusor	Inspección, limpieza	Quincenal
Transportador	Inspección de los rodillos, limpieza	Mensual
Cortador	Inspección de circuitos, limpieza	Quincenal
Elevador de tornillo	Inspección, limpieza	Mensual
Secador de lecho fluidizado	Inspección de circuitos, limpieza	Quincenal
Tolva con tornillo	Inspección, limpieza	Quincenal
Tamiz	Revisión de la malla, limpieza	Semanal
Máquina envasadora	Inspección, limpieza	Semanal
Balanza de producto terminado	Calibración, limpieza	Semanal
Ventilador	Lubricación	Semanal

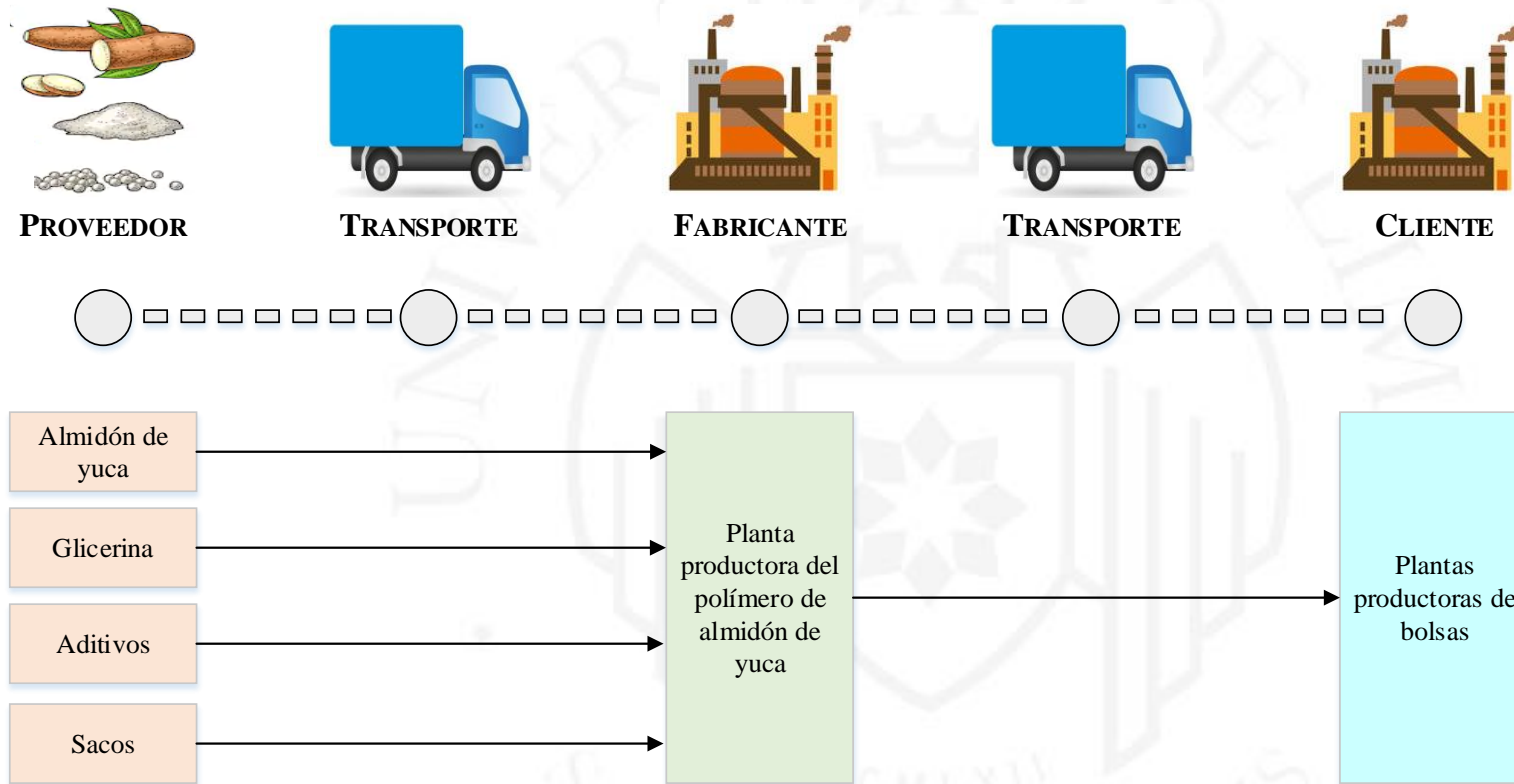
Asimismo, varias máquinas cuentan con accesorios de reemplazo; por lo tanto, en caso se requiera, se aplicarán sustituciones preventivas.

5.9 Diseño de la cadena de suministro

La compañía contará con un diseño en su cadena de suministro de canal directo: la cadena inicia con el traslado de la materia prima e insumos a la planta industrial, en donde se efectúa la elaboración del almidón de yuca termoplastificado; luego, el producto mencionado es distribuido a los clientes finales.

Figura 5.20

Diseño de la red de la cadena de suministro



Los tiempos de entrega o lead times (LT) para cada tipo de material directo, serán los siguientes.

- Almidón de yuca: 1 semana
- Glicerina: 2 semanas
- Ácido esteárico: 1 mes
- Ácido cítrico: 1 mes
- Bicarbonato de sodio: 1 mes
- Sacos: 1 semana

La empresa aplicará la estrategia de operaciones MTS (Make To Stock) para tener una alta capacidad de respuesta ante alguna incertidumbre implícita de la demanda, debido a la alta eficiencia en el proceso productivo que conlleva el uso de la mencionada estrategia. La política de reabastecimiento de inventarios será la de lote económico, pues se buscará tener el mínimo costo al momento de reabastecer los inventarios.

Para una adecuada selección de proveedores se realizará el proceso AHP (Analytic Hierarchy Process), una vez se conozca todos los detalles de los criterios a evaluar para elegir el proveedor más apropiado. Los criterios antes mencionados podrían ser calidad, precio, nivel de servicio, tiempo de entrega, etc.

5.10 Programa de producción

Para lanzar el programa de producción de la empresa, se estableció como política que el inventario final sea el 1,5% de la demanda por si se presenta alguna contingencia. Asimismo, es importante determinar el stock de seguridad (SS), el cual será hallado a través de la siguiente fórmula.

$$SS = Z * \sigma(total)$$

De la ecuación anterior, el valor de Z está vinculado al nivel de servicio (NS) que se busca tener, el cual sería de 95%. En cuanto a la desviación estándar total, esta se hallará a partir de la desviación estándar de la demanda durante el tiempo de entrega o lead time (LT) y la desviación estándar del periodo. Como se muestra, a continuación.

$$\sigma(total) = \sqrt{\sigma^2(demanda\ durante\ el\ LT) + \sigma^2(periodo)}$$

La desviación estándar de la demanda durante el LT y la desviación estándar del periodo se hallan de la siguiente manera.

$$\sigma(\text{demanda durante el LT}) = \sigma(\text{demanda}) * \sqrt{LT}$$

$$\sigma(\text{periodo}) = \sigma(LT) * \text{Demanda}$$

Los elementos de las dos fórmulas anteriores ya han sido determinados anteriormente, con excepción de la desviación estándar de la demanda y la desviación estándar del LT. Esta última tendrá un valor de 0,25 días, debido a que se buscarán proveedores con un excelente servicio, los cuales cumplan con los tiempos de entrega pactados (se tomó ese valor mínimo, por si se presenta algún imprevisto a lo largo de las entregas de materia prima), además de que el factor distancia no será motivo de un potencial retraso, pues los proveedores y la factoría se encuentran en la misma localidad. Con respecto a la desviación estándar de la demanda, esta será hallada por medio de la siguiente fórmula.

$$\sigma(\text{demanda}) = \sqrt{\frac{\sum_i^N (X_i - X_m)^2}{N}}$$

Donde:

- N: Número de datos
- X: Conjunto de datos
- Xi: Dato i de la variable X
- Xm: Promedio de la variable X

Una vez conocido los datos y operaciones necesarios para hallar la desviación estándar de la demanda, se pasa a calcular su valor, como se muestra en la tabla que sigue.

Tabla 5.32

Cálculo de la desviación estándar de la demanda

Año	Demanda	$X_i - X_m$	$(X_i - X_m)^2$
2022	611,11	-277,97	77 268,25
2023	751,38	-137,69	18 959,15
2024	894,32	5,24	27,47
2025	1 039,90	150,83	22 749,03
2026	1 148,67	259,60	67 389,64
Xm	889,08	TOTAL	186 393,54

Con todos estos datos y aplicando la fórmula respectiva, se halla que la desviación estándar de la demanda es de 193,08 toneladas.

A continuación, se exhibirá todos los demás datos necesarios para calcular el stock de seguridad.

Tabla 5.33

Datos para calcular el stock de seguridad (SS)

Desviación de la demanda (T)	193,08
Lead Time (días)	7,00
Desviación del LT (días)	0,25
Nivel de servicio (NS)	0,95
Z	1,65

Con estos datos, se pasa a efectuar las operaciones pertinentes al cálculo del stock de seguridad.

Tabla 5.34

Cálculo del stock de seguridad (SS)

	2022	2023	2024	2025	2026
Desv. Dem. (LT)	31,68	31,68	31,68	31,68	31,68
Desv. del periodo	0,59	0,72	0,86	1,00	1,10
Desv. Total	31,69	31,69	31,69	31,70	31,70
SS	52,28	52,29	52,29	52,30	52,30

A continuación, se muestra el programa de producción para los 5 años del proyecto.

Tabla 5.35

Plan de producción

	2022	2023	2024	2025	2026
Demanda (T)	611,11	751,38	894,32	1 039,90	1 148,67
Inventario inicial (T)	0,00	9,17	11,27	13,41	15,60
Inventario final (T)	9,17	11,27	13,41	15,60	17,23
Stock de Seguridad (T)	52,28	52,29	52,29	52,30	52,30
Producción proyectada (T)	672,55	805,78	948,75	1 094,39	1 202,61
Producción proyectada (sacos de 50 kg)	13 451,00	16 115,00	18 975,00	21 887,00	24 052,00

Este programa servirá para los requerimientos de materia prima e insumos.

5.11 Requerimiento de insumos, servicios y personal indirecto

5.11.1 Materia prima, insumos y otros materiales

A continuación, se muestra la tabla de materia prima e insumos para el producto.

Tabla 5.36

Requerimiento de materia prima e insumos

Materia prima e insumos	Unidad	2022	2023	2024	2025	2026
Almidón de yuca	Kg	492 146,95	589 633,00	694 258,80	800 827,30	880 018,75
Agua	L	84 353,99	101 063,10	118 995,96	137 261,80	150 835,21
Glicerina	Kg	126 530,98	151 594,64	178 493,94	205 892,70	226 252,82
Ácido esteárico	Kg	14 075,40	16 863,50	19 855,80	22 903,66	25 168,54
Bicarbonato de sodio	Kg	689,01	825,49	971,96	1 121,16	1 232,03
Ácido cítrico	Kg	689,01	825,49	971,96	1 121,16	1 232,03

Asimismo, se usará sacos para la presentación del producto.

Tabla 5.37

Requerimiento de sacos

	2022	2023	2024	2025	2026
Sacos (unidades)	13 451	16 115	18 975	21 887	24 052

5.11.2 Servicios: Energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc.

Para determinar el consumo de energía eléctrica, se usó el consumo en kW/h de cada máquina, como se muestra a continuación.

Tabla 5.38

Consumo de energía eléctrica de la maquinaria

Máquina	Potencia (kW/h)	kW/semana	kW/Año
Balanza	1	40	2 080
Elevador de tornillo	0,5	20	1 040
Mezclador	5,5	220	11 440
Extrusor	11	440	22 880
Transportador	5	200	10 400
Cortador	5,5	220	11 440
Elevador de tornillo	0,5	20	1 040

(continúa)

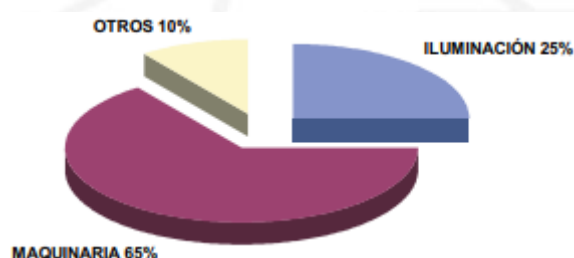
(continuación)

Máquina	Potencia (kW/h)	kW/semana	kW/Año
Secador de lecho fluidizado	2,7	108	5 616
Tolva con tornillo	0,8	32	1 664
Tamiz	4,5	180	9 360
Embolsadora	4,7	188	9 776
Ventilador	8	320	16 640
Bomba	2,2	88	4 576
TOTAL	51,9	2 076	107 952

Asimismo, a partir de un estudio se estimó que el 65% de la energía en una planta es usada por la maquinaria, el 25% para iluminación en zona industrial y el resto pertenece a la zona administrativa.

Figura 5.21

Consumo de energía en la planta



Nota. Reproducida de *Consumo de energía en planta*, por Publica Madrid, 2006.

Tabla 5.39

Consumo de energía eléctrica por área

Área	kW/Año
Producción	107 952,00
Administración	16 608
Operativa	41 520
TOTAL	166 080

Para hallar el requerimiento de agua total de la planta industrial, se tomará en cuenta tres tipos de uso de este insumo esencial: El agua requerida para la fabricación del polímero natural, así como la que se utiliza para consumo humano en la fábrica y en las

oficinas. El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2011) señaló: “En los locales industriales la dotación de agua para consumo humano en cualquier tipo de industria será de 80 litros por trabajador o empleado, por cada turno de trabajo de 8 horas o fracción... La dotación de agua para oficinas se puede estimar a razón de 6 litros/día x m² de área útil del local. (También puede aplicarse 40 a 50 litros/persona x día) [sic]” (pp. 116-123).

Tabla 5.40

Requerimiento de agua

	2022	2023	2024	2025	2026
Proceso productivo (m ³)	84,35	101,06	119,00	137,26	150,84
Consumo de área operativa (m ³)	145,60	145,60	145,60	145,60	145,60
Consumo de área administrativa (m ³)	93,60	93,60	93,60	93,60	93,60
TOTAL (m³)	323,55	340,26	358,20	376,46	390,04

5.11.3 Determinación del número de trabajadores indirectos

Con el propósito de tener una buena administración, comercialización y control de las operaciones de la compañía, se contará con una mano de obra indirecta encargada de cumplir las tareas antes dichas. Estos trabajadores no intervienen directamente en el proceso productivo del polímero de almidón de yuca; sin embargo, son un valor básico para la institución, pues de ellos depende la gestión general de la misma.

Tabla 5.41

Mano de obra indirecta

Cargo	Cantidad
Jefe de producción y logística	1
Personal del área de calidad	1
Operarios de almacén	3
TOTAL	5

Para determinar la cantidad de operarios en los almacenes, se consideró que cada almacén tendrá un operario responsable: El almacén de materia prima, el de insumos y el de producto terminado.

5.11.4 Servicio de terceros

Se requieren algunos servicios de terceros aparte del personal que ya va a pertenecer a la planilla de la compañía. Estos son los siguientes.

- **Limpieza:** Se va a requerir de un personal de limpieza para encargarse de la zona de producción y el área administrativa.
- **Vigilancia:** Se ha determinado que la planta tiene que estar vigilada las 24 horas del día, por lo que se contratará servicio de vigilancia para que haya siempre una persona cuidando el local.
- **Enfermera:** Tendrá la función de dar primeros auxilios a todo el personal de la empresa, ofreciendo los medicamentos y tratamientos necesarios para aliviar alguna molestia, dolor o lesión.
- **Transporte:** Se tendrá un acuerdo con una o más de una empresa de transporte para que se encargue del reparto de producto terminado a los clientes. Este se realizará en el 2023, año en el que se empleará la distribución a través del canal directo.
- **Mantenimiento:** Se hará mantenimiento anual con empresas especializadas para asegurar el buen funcionamiento de la maquinaria aparte de las revisiones constantes que hará el personal de la empresa. El mantenimiento subcontratado se efectuará desde el segundo año del proyecto.
- **Asesoría legal:** Anualmente, se va a requerir un servicio legal para asesorar a la alta dirección de la empresa temas puntuales como procedimientos legales a emplear.

5.12 Disposición de planta

5.12.1 Características físicas del proyecto

a. Factor edificio

La edificación de la planta industrial se localizará en San Juan de Lurigancho, la misma que será de un solo nivel y su estructura general estará dividida en dos: Área productiva y área administrativa. Es relevante indicar que la nave industrial será diseñada y adecuada para que una persona con discapacidad (PcD), también pueda laborar en unas

instalaciones accesibles, propicias y equitativas. En seguida, se profundizará en cómo será la infraestructura de la factoría.

- **Suelos:** Se realizará un estudio de suelos al lugar específico donde se decida construir la planta industrial, para verificar que sea un suelo apto para su construcción. Aunque se buscará que esta se ubique en la zona industrial de San Juan de Lurigancho, donde las condiciones para construir una nave industrial son las convenientes.
- **Pisos:** El piso de la fábrica será de concreto pulido, debido a su buen acabado, resistencia y facilidad para ser limpiado. Asimismo, este tipo de concreto está calificado para soportar pesos de alta envergadura, tanto de forma estática como en movimiento.
- **Paredes:** Para la construcción a las paredes, divisiones y columnas se empleará concreto armado que, a diferencia del referido anteriormente, a este se le empotra fierro de construcción, pues al trabajar conjuntamente ambos materiales pueden soportar cargas importantes. Para la zona administrativa se le implementará aislantes en las paredes para ofrecer mejores condiciones de trabajo al personal administrativo, y así logren efectuar sus labores apropiadamente, resguardándolos del ruido producido en el área productiva.
- **Techo:** El techo será de lámina compuesta y su diseño será plano, el cual, aunque es horizontal, tiene una ligera inclinación para eludir la acumulación de agua producto de lluvias. Con relación a la altura del piso al techo se indicó: “La altura mínima entre el piso terminado y el punto más bajo de la estructura de un ambiente para uso de un proceso industrial será de 3.00 m. [sic]” (Norma A, 060, s.f.). Por lo citado, y debido a la altura del secador de lecho fluidizado (4 metros), se optará por una altura de 6 metros (del piso al techo). Esto con el fin de que el personal pueda trabajar en una nave industrial espaciosa, ventilada e iluminada. Finalmente, con respecto a las oficinas se menciona que “La altura libre mínima de piso terminado a cielo raso en las edificaciones de oficinas será de 2.40 m” (Norma A, 080, s.f.)
- **Puertas:** Puesto que se desea edificar instalaciones con accesibilidad para todo tipo de persona (como discapacitados), la institución se alineará a lo estipulado en la siguiente norma: “El ancho mínimo de las puertas será de 1.20m para las

principales y de 90cm para las interiores. En las puertas de dos hojas, una de ellas tendrá un ancho mínimo de 90cm” (Norma A, 120, s.f.). Por lo tanto, la puerta de ingreso y las interiores tendrán como mínimo las dimensiones citadas. Con relación a las puertas se señala lo que sigue:

Las puertas de ingreso de vehículos pesados deberán tener dimensiones que permitan el paso del vehículo más grande empleado en los procesos de entrega y recojo de insumos o productos terminados.

El ancho de las puertas deberá tener una dimensión suficiente para permitir además la maniobra de volteo del vehículo. Esta maniobra está en función del ancho de la vía desde la que se accede [*sic*]. (Norma A, 060, s.f.)

Por este motivo, las puertas para el ingreso de unidades vehiculares serán dimensionadas, luego de conocer la dimensión de la unidad más grande. En correspondencia a las oficinas se indicó:

Las dimensiones de los vanos para la instalación de puertas de acceso, comunicación y salida deberán calcularse según el uso de los ambientes a los que dan acceso y al número de usuarios que las empleará, cumpliendo los siguientes requisitos:

- a) La altura mínima será de 2.10 m.
- b) Los anchos mínimos de los vanos en que se instalarán puertas serán:

Ingreso principal 1.00 m.

Dependencias interiores 0.90 m

Servicios higiénicos 0.80 m. (Norma A, 0.80, s.f.)

- **Ventanas:** Las ventanas serán hechas de material aislante termo acústica y estarán ubicadas en lugares estratégicos con el fin de aprovechar la iluminación natural del día, y no mal gastar la energía eléctrica.
- **Vías de acceso:** Las vías de acceso serán diseñadas considerando el recorrido que el personal administrativo y operativo realizaría por las diferentes zonas de la edificación industrial. Los pasillos de las oficinas será de un mínimo 0,9 m de ancho, mientras que en el área productiva se diseñarán zonas de circulación amplias para un correcto y asequible acarreo de la materia prima, insumo y demás materiales necesarios para elaborar el producto final, así como

un tránsito fluido de los operarios. Las puertas tendrán las dimensiones previamente dichas, ya que se deben adecuar al acceso de las distintas áreas existentes en la factoría. También, se construirán rampas para reducir esfuerzo y tiempo al momento de trasladar los productos terminados, insumos, materiales y equipos. El diseño de las rampas debe cumplir con lo siguiente.

- a) Tendrán un ancho mínimo de 0.90 m entre los paramentos que la limitan. En ausencia de paramento, se considera la sección.
- b) La pendiente máxima será de 12% y estará determinada por la longitud de la rampa.
- c) Deberán tener barandas según el ancho, siguiendo los mismos criterios que para una escalera. (Norma A, 0.10, s.f.)

b. Factor servicio

- Relativo al personal
 - Servicios higiénicos

Para la construcción de los baños, se tomó en cuenta el siguiente cuadro.

Tabla 5.42

Instalación de servicios higiénicos

Número de ocupantes	Hombres	Mujeres
De 0 a 15 personas	1 L, 1u, 1I	1L, 1I
De 16 a 50 personas	2 L, 2u, 2I	2L, 2I
De 51 a 100 personas	3 L, 3u, 3I	3L, 3I
De 101 a 200 personas	4 L, 4u, 4I	4L, 4I
Por cada 100 personas adicionales	1 L, 1u, 1I	1L, 1I

Nota. L = Lavadero, u =Urinario, I = Inodoro. Reproducido de *Instalación de servicios higiénicos*, por Ministerio de vivienda, 2015.

Considerando que la planta tendrá 6 trabajadores para el área administrativa y 7 para la zona de producción, más los 3 tercerizados, se va a construir un baño para hombres y mujeres en cada zona; es decir, habrá 4 baños en la planta.

Debido a que solo se cuenta con un baño para cada género, ambos deben de cumplir con los requisitos para personas con discapacidad, según la norma A.120 para edificaciones. Para los lavatorios, estos deben soportar cargas de mínimo 100 kilos, debe haber un espacio libre de 75 cm x 1,2 m frente al lavatorio para que una persona en silla de ruedas pueda circular con facilidad, se debe instalar el borde externo superior a 85 cm

del suelo y el cierre del caño debe ser automático. Con respecto a los inodoros, su cubículo debe tener unas dimensiones mínimas de 1,5 m x 2 m con barras de apoyo y que la puerta tenga un ancho mínimo de 90 cm. Además, la tapa del asiento debe estar entre 45 cm y 50 cm por encima del piso. Por último, para el urinario en el caso del baño de hombres, este debe estar pegado a la pared y debe haber un espacio mínimo al frente de él de 75 cm x 1,2 m para que una persona en silla de ruedas pueda transitar y usarlo.

- Oficinas administrativas

Se tendrá un total de 6 oficinas administrativas para los jefes, el gerente, el vendedor y el secretario.

- Iluminación

Para determinar la iluminación en cada área de la planta, se usó la siguiente tabla brindada por el ministerio de vivienda.

Tabla 5.43

Cantidad de Lux requerido por zona en la planta

Área	Lux	Calidad
Pasillos, corredores y almacenes	100	D – E
Baños	100	C – D
En procesos automáticos	150	D – E
Planta al interior	300	C – D
Oficinas generales y salas de cómputo	500	A – B

Nota. Reproducido de *Instalación de servicios higiénicos*, por Ministerio de vivienda, 2015.

La calidad varía entre A y E, siendo A la calidad para tareas visuales muy exactas, mientras que E es para tareas de baja demanda visual, donde los trabajadores se mueven sin restricción de área.

- Comedor

Se ha establecido 2 turnos de almuerzo, de 12:30 a 13:15 para el personal de producción y de 13:30 a 14:15 para el personal administrativo. Considerando que hay 7 personas en el área de producción, 6 en el área administrativa y 3 terceros, se va a colocar 2 mesas rectangulares donde puedan almorzar máximo 6 personas en cada una de ellas. Se contará con 2 microondas para que los trabajadores puedan calentar sus alimentos.

- Tópico

El personal tendrá la posibilidad de usar un tópic, el cual cuenta con una camilla y equipos de primeros auxilios, en caso lo requieran.

- Estacionamientos

Se contará con un espacio de 5 estacionamientos. Cada uno tendrá las dimensiones de 5 m de largo y 2,4 m de ancho (teniendo en cuenta que serán 7 continuos, cada lado se usa ese ancho): Además, según la norma A.120, uno de estos estacionamientos debe tener las dimensiones de 5m de largo y 3,8 m de ancho para personas con discapacidad.

- Relativo al material
 - Laboratorio de calidad

La planta contará con un laboratorio que será utilizado para verificar el estado de la materia prima e insumos, y del producto terminado. Un operario se encargará de hacer las respectivas muestras para asegurar la calidad del producto.

- Relativo a la máquina
 - Mantenimiento

La planta contará con un cuarto donde se almacenen específicamente los instrumentos necesarios para hacerle mantenimiento a las máquinas.

- Servicios auxiliares

Se contará con enchufes suficientes en las paredes de la zona de producción para que las máquinas puedan operar continuamente y para ser usados ante cualquier otro requerimiento.

5.12.2 Determinación de las zonas físicas requeridas

Como se mencionó anteriormente, la nave industrial estará dividida principalmente en dos zonas: Zona operativa y zona administrativa.

La zona operativa estará conformada por las siguientes áreas.

- Área de producción
- Tres almacenes (materia prima, insumos y producto terminado)
- Laboratorio de calidad
- Vestuarios
- Dos servicios higiénicos

- Área de mantenimiento
- Patio de maniobras (incluye estacionamiento y garita)
- Comedor
- Tópico

La zona administrativa estará conformada por las áreas que siguen.

- Oficinas administrativas
- Sala de reuniones
- Dos servicios higiénicos

5.12.3 Cálculo de áreas para cada zona

a. Zona de producción

La zona productiva de la planta industrial será determinada a partir del método Guerchet, el cual permite hallar el área total mínima de la mencionada zona, a través del cálculo de la superficie total de cada estación de trabajo. Esta última se halla de la fórmula que sigue.

$$St = n * (Ss + Sg + Se)$$

Donde:

- St: Superficie total
- Ss: Superficie estática
- Sg: Superficie de gravitación
- Se: Superficie de evolución
- n: Número de elementos móviles o estáticos de un tipo (Díaz et al., 2014, p. 287)

Asimismo, se identificará a todos los elementos estáticos y móviles presentes en el proceso de producción, con sus respectivas dimensiones. A continuación, se exhibirá un cuadro con los elementos previamente aludidos, con su pertinente superficie total (St) calculada.

Tabla 5.44*Método Guerchet - Elementos estáticos*

Elementos estáticos	Dimensiones (m)						Cálculo de K					
	L	A	H	N	N	Ss	Sg	Se	St	Ss*n*h	Ss*n	
Balanza tolva de materia prima	1,00	1,00	1,30	1	1	1,00	1,00	1,17	3,17	1,30	1,00	
Balanza de insumos y aditivos	0,40	0,30	1,20	1	1	0,12	0,12	0,14	0,38	0,14	0,12	
Punto de espera (recipientes)	0,40	0,40	0,58		2	0,13		0,07	0,40	0,15	0,25	
Elevador tornillo	2,4	1,2	1,8	1	1	2,88	2,88	3,37	9,13	5,18	2,88	
Tanque de agua	1,20	1,00	1,15	1	1	1,20	1,20	1,41	3,81	1,38	1,20	
Mezclador	1,06	1,06	1,22	2	1	0,88	1,76	1,55	4,20	1,08	0,88	
Extrusor	3,20	1,10	1,80	1	1	3,52	3,52	4,12	11,16	6,34	3,52	
Faja transportadora	2,50	0,50	1,00	1	1	1,25	1,25	1,46	3,96	1,25	1,25	
Cortadora	1,50	1,30	1,80	1	1	1,95	1,95	2,29	6,19	3,51	1,95	
Elevador tornillo	2,40	1,20	3,00	1	1	2,88	2,88	3,37	9,13	8,64	2,88	
Secador	1,60	1,60	3,00	2	1	2,01	4,02	3,53	9,57	6,03	2,01	
Transportador vibratorio	1,88	0,88	1,16	1	1	1,65	1,65	1,94	5,25	1,92	1,65	
Tamiz	2,20	0,81	0,88	1	1	1,78	1,78	2,08	5,64	1,56	1,78	
Embolsadora	0,95	1,50	2,50	2	1	1,43	2,85	2,50	6,78	3,56	1,43	
Punto de espera (parihuela)	1,00	1,20	0,10		3	1,20		0,70	5,71	0,36	3,60	
Área mínima									84,48	m2		

Tabla 5.45*Método Guerchet - Elementos móviles*

Elementos móviles	Dimensiones (m)						Cálculo de K					
	L	A	H	N	N	Ss	Sg	Se	St	Ss*n*h	Ss*n	
Montacargas	1,84	1,20	2,04		1	2,20				4,49	2,20	
Operarios			1,65		3	0,50				2,48	1,50	

La superficie estática (Ss), la superficie de gravitación (Sg) y la superficie de evolución (Se) son halladas por medio de las siguientes fórmulas.

$$Ss = \text{largo} * \text{ancho}$$

$$Sg = Ss * N$$

$$Se = (Ss + Sg) * K$$

Siendo N, “el número de lados a partir de los cuales el mueble o la máquina deben ser usados” (Díaz et al., 2014, p. 288). El factor K representa el coeficiente de evolución, determinado de las ecuaciones que siguen.

$$K = \frac{hem}{2 * hee}$$

$$hem = \frac{\Sigma(Ss * n * h)}{\Sigma(s * n)}$$

$$hee = \frac{\Sigma(Ss * n * h)}{\Sigma(Ss * n)}$$

Donde:

- K: Coeficiente de evolución
- h_{em} : Altura ponderada de los elementos móviles
- h_{ee} : Altura ponderada de los elementos estáticos
- Ss: Superficie estática de los elementos móviles o estáticos
- h: Altura del elemento móvil o estático
- n: Número de elementos móviles o estáticos (Díaz et al., 2014).

El valor del factor K y el de las alturas ponderadas hallados con las ecuaciones previamente dichas, se mostrarán, a continuación.

Tabla 5.46

Valor de K, hee y hem

Hee	1,6060
Hem	1,8820
K	0,5859

Es sustancial mencionar algunas consideraciones tomadas en cuenta al momento de realizar el método Guerchet:

- a) Para los operarios se considera una superficie estática de 0,5 m² y una altura promedio de 1,65 m.
- b) Los almacenes debidamente separados de las áreas de proceso, mediante paredes, mallas, entre otros, no forman parte del análisis Guerchet.

- c) Para el cálculo de la superficie que hay que asignar a los puntos de espera del material ubicado en las áreas de proceso, no se considera la superficie de gravitación, sino únicamente la superficie estática y de evolución.
- d) Normalmente, la superficie ocupada por las piezas o los materiales acopiados junto a un puesto de trabajo para la operación en curso no dan lugar a una asignación complementaria, ya que está comprendida en las superficies de gravitación y de evolución. Sin embargo, si ocupara una superficie mayor al 30% del área gravitacional del puesto de trabajo, se debe considerar independientemente, como si fuera un punto de espera (punto anterior).
- e) Para el caso de los estantes solo se considera la superficie estática y de evolución; no obstante, si se trabaja constantemente con materiales, deberá considerarse además la superficie de gravitación.
- f) En lo que se refiere a los equipos cuya vista de planta sea un círculo (tanques, entre otros) normalmente se considera $N = 2$ y la fórmula πr^2 para el cálculo de la superficie estática.
- g) Cuando se trata de los elementos móviles (medios móviles de acarreo), si se estacionaran dentro de la planta se considerará la superficie estática, en caso contrario, no se incluirá y se utilizará esta información solo para el cálculo de K.
- h) En el caso de los hornos y equipos que tengan puertas batientes, que durante su operación deben mantenerse cerradas, la superficie estática se debe calcular en esa posición.
- i) Es importante señalar que el método desarrollado da los requerimientos aproximados de área, quedando por hacer los ajustes necesarios según las circunstancias. (Díaz et al., 2014, pp. 288-289)

Como se aclaró en una de las consideraciones, solo se considera como punto de espera independiente a un lugar junto a una estación de trabajo que sea mayor al 30% del área gravitacional de la zona referida. Por este motivo, se evaluaron los posibles puntos de espera existentes en el área de producción.

- Recipientes en la balanza de insumos y aditivos:

$$\frac{0,13 \text{ m}^2}{0,12 \text{ m}^2} = 104,72\%$$

- Parihuela junto a embolsadora:

$$\frac{1,20 \text{ m}^2}{2,85 \text{ m}^2} = 42,11\%$$

De lo anterior, se concluye que se identificaron dos puntos de espera independientes a lo largo del proceso productivo, debido a que su porcentaje es mayor al 30% de la superficie gravitacional de las máquinas correspondientes.

Como se observa, el área mínima total es de 86,68 m² (resultado de la suma del área mínima de los elementos estáticos más el área superficial del montacargas). Sin embargo, a fin de conocer cuáles serán las medidas exactas de la zona de producción (largo y ancho), se realizó el siguiente cálculo.

$$\frac{l^2}{2} = 86,68 \text{ m}^2$$

$$l^2 = 173,36 \text{ m}^2$$

$$l \text{ (largo)} = 13,17 \text{ m} \approx 14 \text{ m}$$

$$\frac{l}{2} \text{ (ancho)} = 6,58 \text{ m} \approx 7 \text{ m}$$

De la operación previa, resultó que el largo del área productiva es de 14 m y el ancho, 7 m. En conclusión, el área mínima total es 98 m².

b. Almacén de materia prima

Para determinar el área del almacén de materia prima, se determinó el inventario promedio del almidón de yuca a partir de la demanda y su rotación de inventario. Luego, a partir de su presentación en sacos de 25 kg se determinó cuántas parihuelas serán necesarias para almacenarlos. A continuación, se muestra el cálculo para el espacio requerido de almacenaje y el área usada para pasillos y transporte del montacarga.

Tabla 5.47*Cálculo de espacio requerido para almacenar materia prima*

Demanda (t)	1 148,67
Factor de conversión	0,73
Requerimiento anual (t)	840,55
Rotación de inventario	52
Inventario promedio (t)	16,16
Inventario promedio (kg)	16 164,43
Inventario promedio en sacos (25 kg)	646,58
Sacos por parihuela	20
Número de parihuelas requeridas	33
Área de la parihuela (m ²)	1,2
Área requerida para almacenar (m²)	39,6

En conclusión, el almacén de materia prima tendrá un área de almacenamiento de 39,6 m².

c. Almacén de productos terminados

Para determinar el área del almacén de producto terminado, se calculó el inventario promedio a partir de la demanda y el índice de rotación. Además, se determinó que en una parihuela entran 10 sacos de 50 kg cada uno (5 niveles de 2 sacos por nivel). A continuación, se muestran los cálculos realizados para determinar el espacio requerido de almacenamiento y luego el área funcional.

Tabla 5.48*Cálculo del espacio requerido para almacenar producto terminado*

Demanda anual (t)	1 148,67
Rotación de inventario	52
Inventario promedio (t)	22,09
Inventario promedio (kg)	22 089,85
Inventario promedio en sacos (50 kg)	441,80
Sacos por parihuela	10
Número de parihuelas requeridas	39
Área de la parihuela (m ²)	1,2
Área requerida para almacenar (m²)	46,8

El área requerida para almacenar será de 46,8 m².

d. Almacén de insumos

Para el almacén de insumos, se aplicó la misma metodología que para los otros 2 almacenes. Para el caso de la glicerina, será almacenada en cilindros. Cada parihuela contiene 2 cilindros de 180 kg cada uno. De acuerdo con su inventario promedio, se va a requerir de 18 parihuelas. Para el ácido esteárico, se va a requerir de 6 parihuelas de 20 sacos de 25 kg cada uno (2 sacos por nivel, apilados en 10 niveles). Con respecto al bicarbonato de sodio y el ácido cítrico, son requeridos por la misma cantidad, por lo que su inventario promedio será el mismo al tener igual índice de rotación. También, serán almacenados en sacos de 25 kg, pero al ser tan pocos, entre los 2 productos tan solo llegan a ser 6 sacos, por lo que una parihuela será suficiente para almacenarlos (2 sacos por nivel, 3 niveles). Finalmente, el área para los sacos se halló a partir del inventario promedio del producto terminado considerando que sus usos serán para guardarlo. Considerando que los sacos estarán vacíos mientras se almacenen, estos podrán almacenarse por cada 110 en una parihuela (2 sacos por nivel, 55 niveles). A continuación, se muestra el cálculo del área requerida para cada insumo y aditivo.

Tabla 5.49

Área para almacenar la glicerina

Requerimiento anual (t)	216,11
Rotación de inventario	26
Inventario promedio (t)	8,31
Inventario promedio (kg)	8 311,75
Inventario promedio en cilindros (180kg)	47,00
Cilindros por parihuela	2
Número de parihuelas requeridas	24
Área de la parihuela (m ²)	1,2
Área requerida para almacenar (m²)	28,8

Tabla 5.50

Área para almacenar el ácido esteárico

Requerimiento anual (t)	24,04
Rotación de inventario	13
Inventario promedio (t)	1,85
Inventario promedio (kg)	1 849,21
Inventario promedio en sacos (25 kg)	73,97
Sacos por parihuela	20
Número de parihuelas requeridas	4
Área de la parihuela (m ²)	1,2
Área requerida para almacenar (m²)	4,8

Tabla 5.51*Área para almacenar el bicarbonato de sodio y el ácido cítrico*

Requerimiento anual (t)	2,35
Rotación de inventario	13
Inventario promedio (t)	0,18
Inventario promedio (kg)	181,04
Inventario promedio en sacos (25 kg)	7,24
Sacos por parihuela	20
Número de parihuelas requeridas	1
Área de la parihuela (m ²)	1,2
Área requerida para almacenar (m²)	1,2

Tabla 5.52*Área para almacenar sacos de producto terminado*

Requerimiento anual (sacos)	22 973
Rotación de inventario	52
Inventario promedio (sacos)	441,79
Sacos por parihuela	110
Número de parihuelas requeridas	5
Área de la parihuela (m ²)	1,2
Área requerida para almacenar (m²)	6

Tabla 5.53*Área del almacén de insumos*

Espacio	Área (m²)
Área de almacenamiento	40,8

En conclusión, el área requerida para almacenar en el almacén de insumos es de 40,8 m².

Para cada almacén se asumirá que el área de almacenamiento corresponda al 60% del área total, por lo que el 40% restante será el área funcional. Por lo tanto, se aplicará la siguiente fórmula para determinar el área total.

$$\text{Área total} = \text{Área del almacenamiento}$$

$$\text{Área total} = \frac{\text{Área de almacenamiento}}{60\%}$$

De la fórmula expuesta, se procede a calcular cada área total y funcional.

Tabla 5.54

Cálculo del área funcional y total de almacenes

	Área de almacenamiento (m ²)	Área funcional (m ²)	Área total (m ²)
Almacén materia prima	39,6	26,4	66
Almacén insumos	40,8	27,2	68
Almacén producto terminado	46,8	31,2	78

e. Servicios higiénicos

Se contará con 2 baños en la zona de producción y 2 en el área administrativa. Cada servicio higiénico se diseñó con las dimensiones de 3 m x 5,5 m (16,5 m²) para poder cumplir con los requisitos de las personas discapacitadas que se nombraron anteriormente en el factor edificio y servicio. El área total de los cuatro servicios higiénicos es de 66 m²

f. Comedor

Se va a considerar un área de 27,50 m² para el comedor (5 m x 5,5 m).

g. Estacionamiento

Contando los 5 estacionamientos (uno de ellos es para discapacitados), se tendrán las dimensiones de 5 m x 13,91 m (69,55 m²).

h. Garita de seguridad

La garita de seguridad ha sido diseñada con las dimensiones de 5 m x 1 m (5 m²).

i. Tópico

Para el tópico, a partir de las dimensiones mínimas requeridas, donde se cuenta con una camilla y equipo médico, se decidió que el área será de 11 m² (5,5 m x 2 m).

j. Laboratorio de calidad de materia prima, insumos y producto terminado

Este laboratorio contará con unas dimensiones de 5m x 4m (20 m²), considerando que se cuenta con equipos y tienen que ingresar muestras durante el transcurso del turno.

k. Oficinas administrativas

Las oficinas administrativas tendrán un área de 116 m² para las 6 oficinas que se tendrán instaladas.

l. Sala de reuniones

La sala de reuniones contará con un área de 32,50 m² (13 m x 2,5 m).

m. Depósito de mantenimiento

El depósito de mantenimiento servirá para guardar herramientas necesarias para hacer las inspecciones a las máquinas. El área es de 15 m² (5 m x 3 m).

n. Patio de maniobras

El patio de maniobras tendrá un área de 440 m² (27,5 m x 16 m).

o. Pasillos

Los pasillos se encuentran fuera de las áreas mencionadas anteriormente. Sirven para el traslado del personal desde un área hacia otra. En total, se cuenta con 86 m² de pasillos.

A continuación, se muestra un cuadro resumen del área de cada zona junta con sus dimensiones.

Tabla 5.55

Área de cada zona de la planta (verificar si necesita cambio)

Zona	L (m)	A (m)	Área (m ²)
Zona de producción	14,00	7,00	98
Almacén de MP	11,00	6,00	66,00
Almacén de insumos	11,50	6,00	69,00
Almacén de PT	13,00	6,00	78,00
Laboratorio calidad	5,00	4,00	20,00
Mantenimiento	5,00	3,00	15,00
Vestuarios varones	2,00	4,00	8,00
Vestuarios mujeres	2,00	4,00	8,00
SSHH Producc.	5,50	3,00	16,50
SSHH. Producc.	5,50	3,00	16,50
Comedor	5,00	5,50	27,50
Tópico	5,50	2,00	11,00
Patio de maniobras ^a	27,50	16,00	440,00
Oficinas admin.	14,50	8,00	116,00
SSHH Admin.	5,50	3,00	16,50
SSHH Admin.	5,50	3,00	16,50
Sala de reuniones	13,00	2,50	32,50
Pasillos			85,00
TOTAL	47,50	24,00	1 140,00

Nota. SSHH: Servicios higiénicos

^aIncluye estacionamiento y garita

En conclusión, el área total de la planta es de 1 140 m².

5.12.4 Dispositivos de seguridad industrial y señalización

De acuerdo con los peligros, riesgos y fuentes de incendio identificados en el acápite 5.7, se implementarán dispositivos y señales de seguridad como medidas de protección y prevención para todo el personal de la fábrica. Al tratarse de una instalación industrial de riesgo bajo, se instalarán los siguientes dispositivos y señales.

a. Protección activa contra incendios

- **Detectores de humo:** Dispositivo detector de humos de diversos tipos, producto de un incendio en primera fase. Este detector es importante, pues evitará que un incendio se propague, tomando acciones directas contra el mismo.
- **Alarmas:** Emiten sonidos los cuales dan aviso de la existencia de un incendio y de que tienen que movilizarse a un área segura. Estarán conectadas con los detectores de humo, pues estos detectores son los que le darán la señal de la presencia de fuego, para que las alarmas puedan activarse.
- **Extintores:** Debido a que se identificaron dos tipos de fuego (clase B y C), en las instalaciones de la factoría habrá tres tipos de extintores: De polvo químico seco (PQS), de espumas y de dióxido de carbono (CO₂). Estos se ubicarán cerca de focos de peligros y riesgos.

b. Protección pasiva contra incendios

- **Escaleras de emergencia:** Usados como salida alterna y segura, cuando se presente un incendio.
- **Aislantes termoacústicos:** Revestimientos que serán colocados en las paredes para evitar que el ruido llegue a los exteriores y a la zona administrativo, así como para protegerlos de un potencial incendio.

c. Elementos de protección personal (EPP)

Son accesorios y vestimentas que sirven para mantener al operario fuera de contacto de peligros físicos, biológicos y químicos presentes en una planta industrial. Los EPP específicos a utilizar se especificaron en el punto 5.7.

d. Señalización

Los tipos de señales de seguridad que se implementarán serán los siguientes.

- Señales de advertencia
- Señales de prohibición
- Señales de obligación
- Señales relativas a la lucha contra incendios
- Señales de salvamiento o socorro
- Cintas amarillas (para delimitar la maquinaria industrial)
- Franjas amarillas y negras alternas (para delimitar zonas en las que existan riesgos)

5.12.5 Disposición de detalle de la zona productiva

Es importante determinar qué áreas deben estar próximas entre sí y cuáles no; para ello, se utilizará la técnica de análisis relacional. Primero, se estableció el siguiente código de proximidades.

Tabla 5.56

Valor de proximidades

Código	Proximidad
A	Absolutamente necesario
E	Esencialmente necesario
I	Importante
O	Normal u ordinario
U	Sin importancia
X	No recomendable
XX	Altamente no recomendable

Nota. De *Disposición de planta* (p. 304), por B. Díaz; M. Noriega; B. Jarufe, 2014, Universidad de Lima (https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10852/Diaz_disposicion_planta.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Luego, se estableció la siguiente lista de motivos.

Tabla 5.57

Lista de motivos

Motivo	Descripción
1	Flujo de proceso
2	Necesidad de mantenimiento
3	Control
4	Recorte de tiempos
5	Ruido
6	Sin relación alguna

A partir de la lista de motivos y de los valores de proximidades, se procedió a elaborar el análisis relacional.

Figura 5.22

Análisis relacional



A partir del análisis relacional, se pudo determinar la siguiente relación entre áreas.

Tabla 5.58

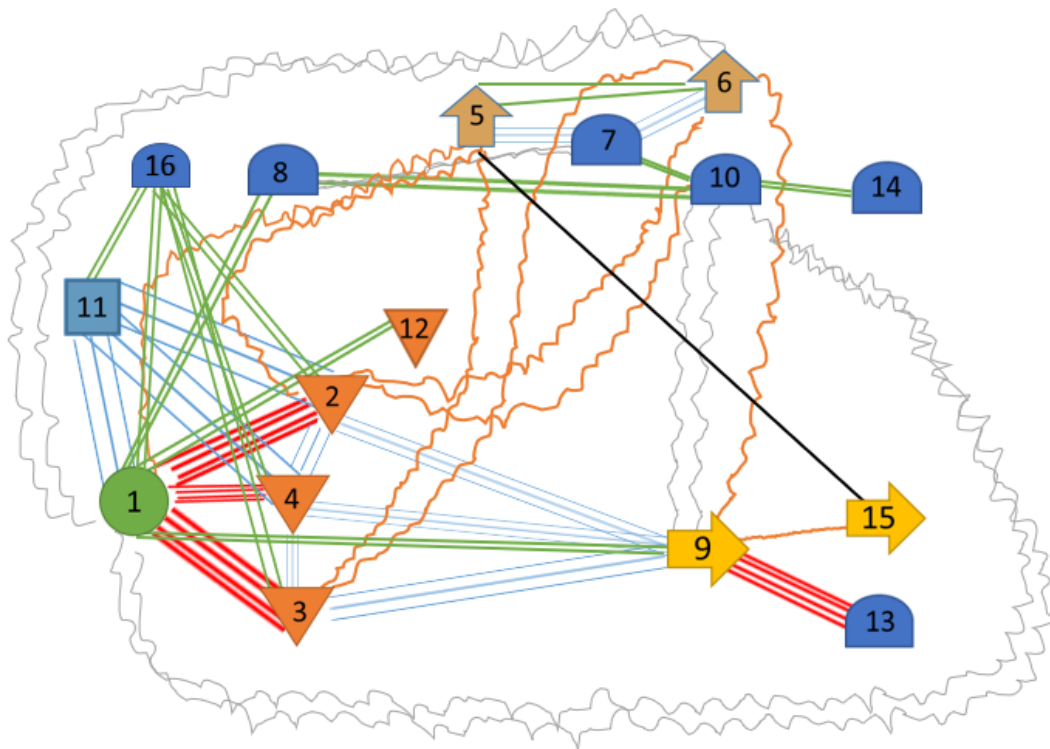
Relación entre áreas

A	E	I	O	X	XX
1-2	3-11	1-9	5-15	1-5	1-6
1-3	5-7	1-12		2-5	1-10
1-4	6-7	7-10		2-6	7-8
9-13	1-11	8-10		2-10	
2-4	2-11	1-8		3-5	
2-9	1-14	5-6		3-6	
3-9		10-14		6-9	
4-9		1-16		9-15	
2-3		2-16		3-10	
3-4		3-16			
		4-16			
		11-16			

Con la relación de áreas establecida, se procedió a elaborar el diagrama relacional que facilitaría posteriormente el diseño general de la planta.

Figura 5.23

Diagrama relacional



Lo más importante al momento de determinar las relaciones entre áreas fue asegurar la cercanía de la zona de producción con los 3 almacenes para abastecer al proceso de materia prima e insumos y que el proceso envíe el producto terminado a su respectivo almacén. Luego, que estos almacenes se encuentren junto al patio de maniobras para poder facilitar el suministro de insumos y la entrega de producto terminado. Asimismo, se buscó que áreas como comedor y zona de producción o sala de reuniones se encuentren lejos para evitar el ruido causado por el proceso. En seguida, se exhibirá el diagrama de recorrido de la zona productiva, para entender de forma más didáctica el flujo de su respectivo proceso.

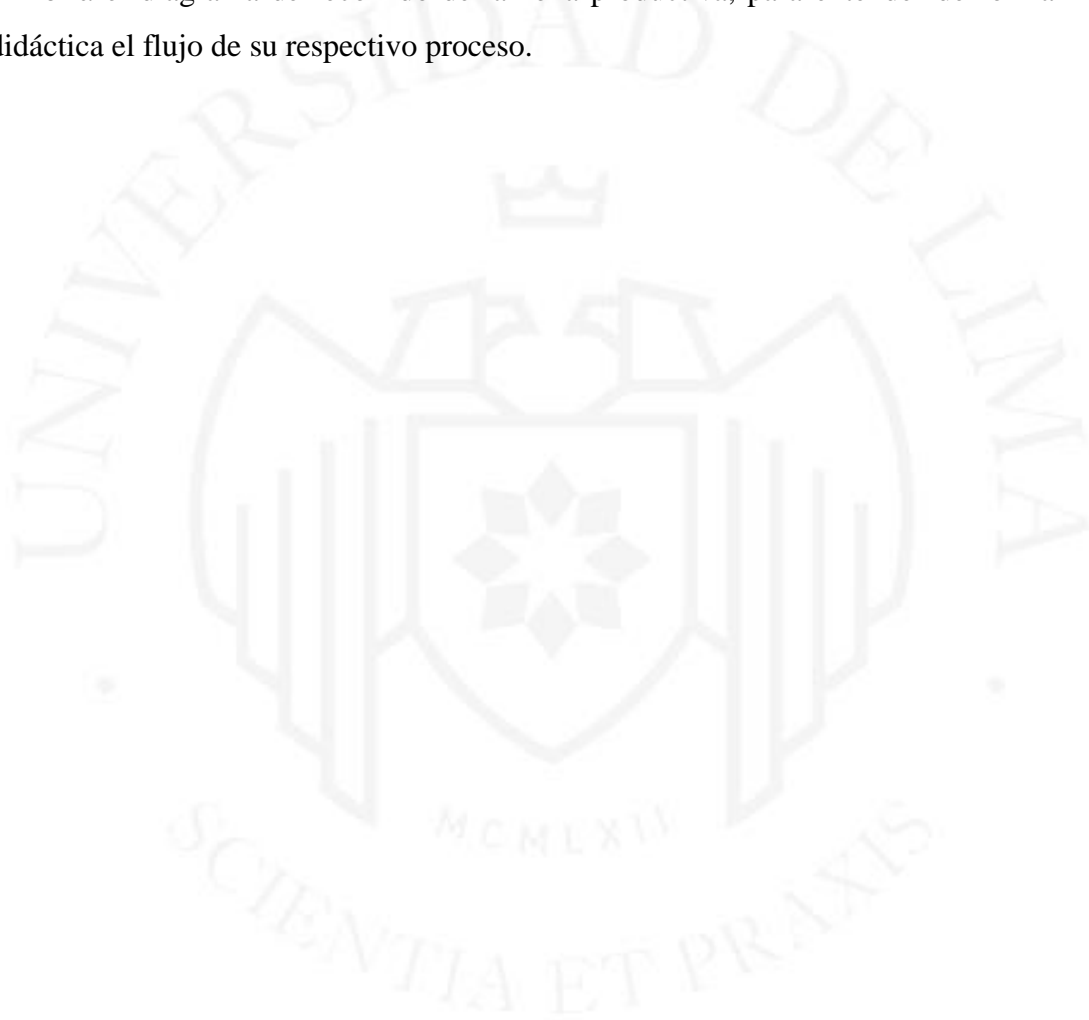
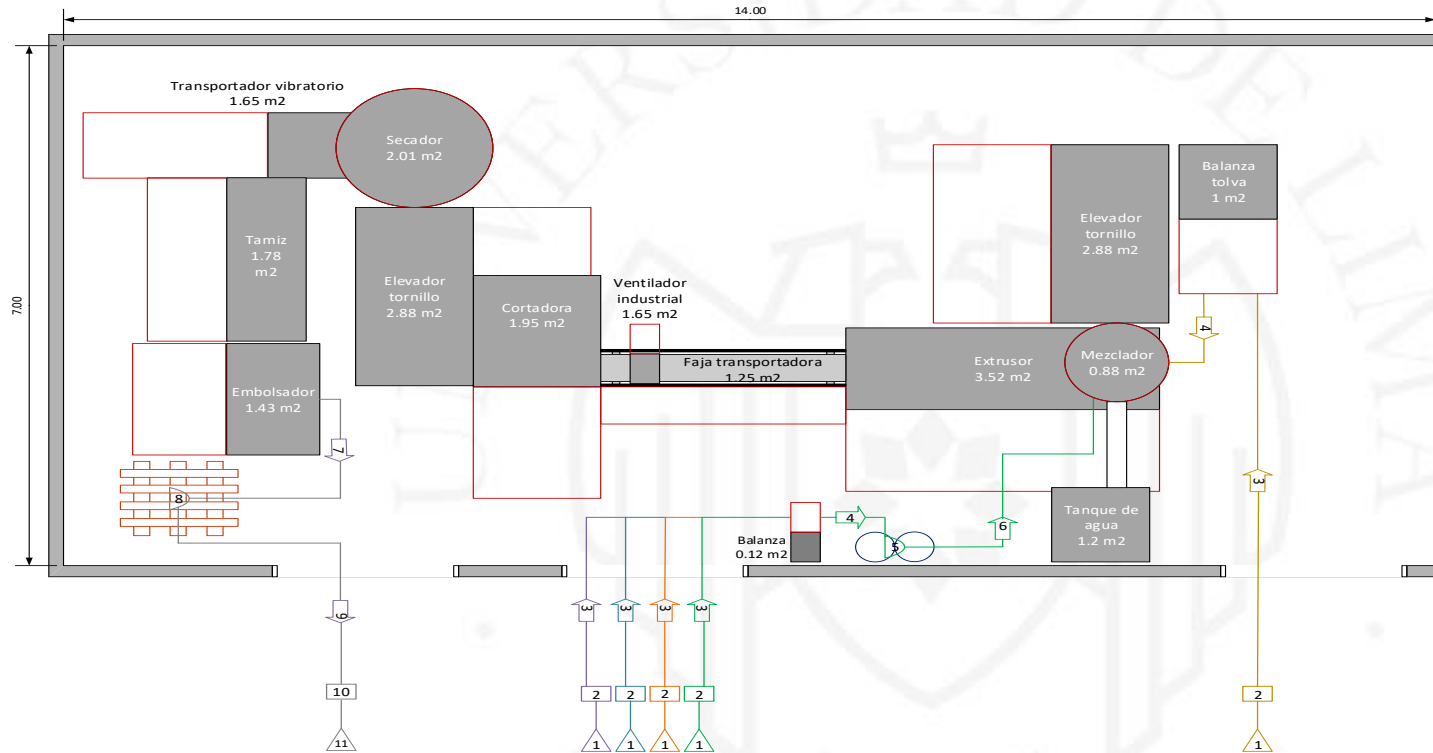







Figura 5.24

Distribución de la zona de producción



<p>Leyenda</p> <ul style="list-style-type: none"> Almidón de yuca Glicerina Ácido esteárico 	<p>Escala 1:50</p> <hr/> <p>Dibujo</p>
---	--

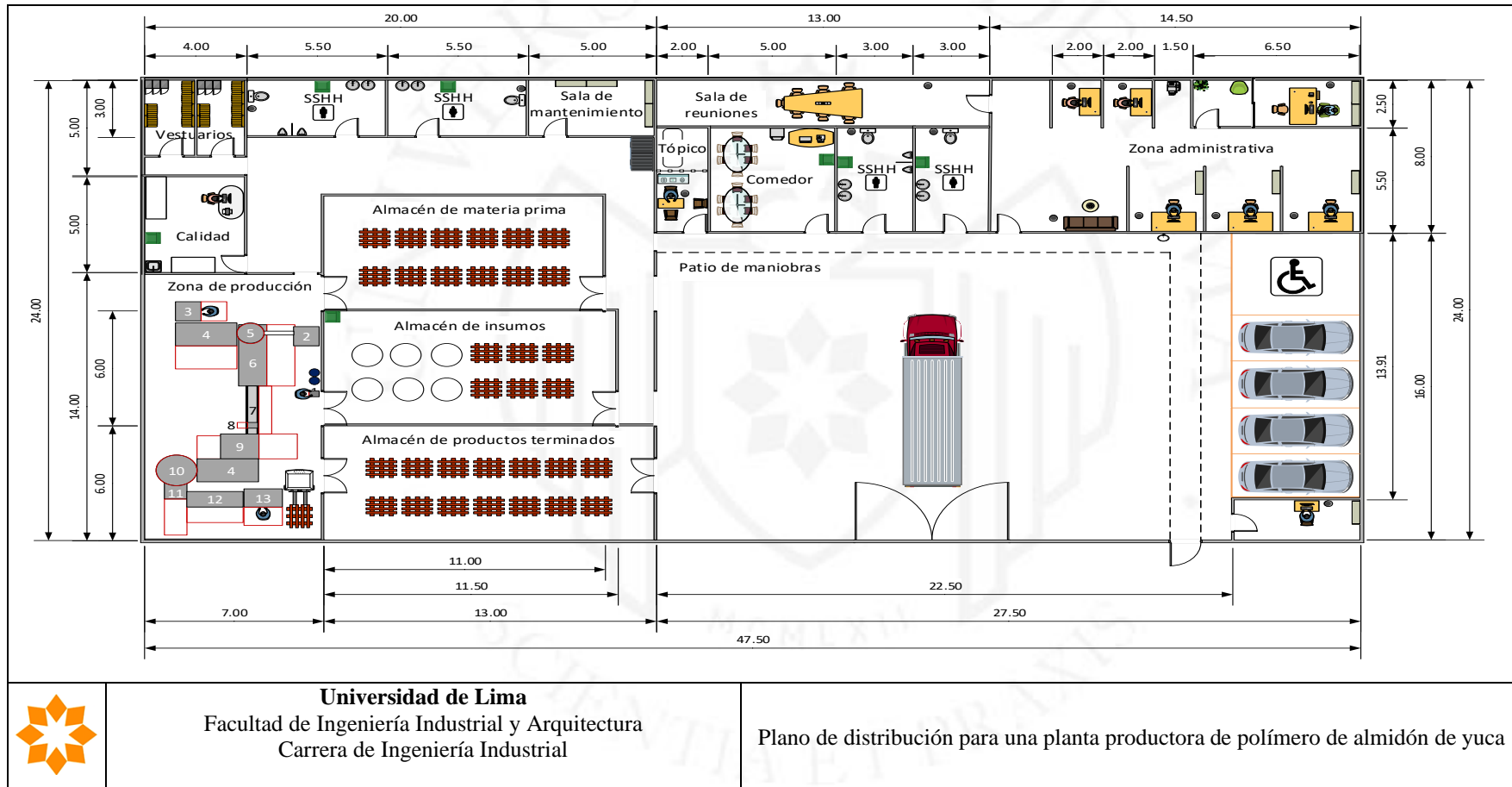
 Ácido cítrico	Aranda Lozano, Kevin Andre
 Bicarbonato de sodio	
 Polímero de almidón de yuca	
 Superficie gravitacional	
 Superficie estática	







5.12.6 Disposición general

Figura 5.25

Disposición general de la planta



Escala 1:200	Leyenda		Área total 1,164 m ²	Dibujo Aranda Lozano, Kevin Andre
	 Superficie estática  Superficie gravitacional  Zona de parqueo  Zona de tránsito peatonal (1) Balanza de insumos (2) Tanque de agua (3) Balanza tolva (4) Elevador tornillo	(5) Mezclador (6) Extrusor (7) Faja transportadora (8) Ventilador industrial (9) Cortadora (10) Secador (11) Transportador vibratorio (12) Tamiz (13) Envasador		

5.13 Cronograma de implementación del proyecto

Figura 5.26

Cronograma de implementación del proyecto

Actividades para implementar el proyecto	Semana																																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35					
Estudio de prefactibilidad	■	■	■	■	■	■	■																																	
Apertura de la empresa en SUNAT								■	■																															
Permisos y derechos de construcción										■	■																													
Construcción de planta												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■													
Importación y adquisición de la maquinaria																			■	■	■	■	■	■	■	■														
Instalaciones de electricidad y agua																								■	■	■														
Instalación de maquinaria																											■	■	■											
Contratación y capacitación del personal																											■	■	■	■										
Adquisición de equipos de oficina																																		■	■					
Licencias de operación																																			■	■	■			
Pruebas pre operativas																																				■	■			
Inicio de la producción																																							■	

En conclusión, el inicio de la producción se podrá dar en aproximadamente 35 semanas.

CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

6.1 Formación de la organización empresarial

La institución tendrá la denominación de Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada (S.R.L.). Esto se debe a que normalmente este tipo de denominación es empleada para empresas pequeñas, así como que para este tipo de empresa se necesita de un mínimo dos socios (cantidad de socios requerida), quienes no tendrán la responsabilidad de responder alguna obligación con su patrimonio, sino que únicamente con el de la compañía. Con relación al capital de la empresa, este será integrado por un préstamo de parte de una entidad bancaria y por los aportes de ambos socios, los cuales conformarán la Junta General de socios (órgano supremo de la sociedad). El capital debe estar correctamente pagado y suscrito al momento de constituir la institución. La representación legal y la gestión de la compañía serán ejercidas por el Gerente General.

Misión: Abastecer a las empresas productoras de bolsas plásticas del mercado peruano, ayudando también, a una importante reducción en la contaminación del medio ambiente generada por el plástico sintético.

Visión: Ser líderes en el mercado de plásticos en formas primarias y biodegradables en el Perú, así como incentivar a las empresas a adquirir productos eco amigables y a dejar de importar plásticos primarios, con el fin de que estos últimos se puedan adquirir en el país e incluso se exporten (originando así un impacto positivo en la balanza comercial del sector).

6.2 Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios

Para el desarrollo del proyecto, es necesario contar con personal administrativo y operativo en planilla. A continuación, se muestra un cuadro con el personal requerido.

Tabla 6.1*Personal administrativo de la empresa*

Cargo	Cantidad
Gerente general	1
Secretario	1
Jefe de administración y finanzas	1
Jefe comercial	1
Jefe de producción y logística	1
Vendedor	1
TOTAL	6

Asimismo, todo el personal administrativo tendrá un número determinado de funciones que deben cumplir para asegurar el éxito de la organización.

Tabla 6.2*Funciones del personal administrativo*

Cargo	Funciones
Gerente General	<ul style="list-style-type: none"> -Dirigir el día a día de la empresa -Establecer los objetivos y metas de la empresa -Definir la política de la organización -Analizar la situación general de la empresa a través de indicadores (financieros, producción, logísticos, recursos humanos) -Ejercer liderazgo frente a sus subordinados -Tomar decisiones ante situaciones que lo requieran -Administrar los recursos de la entidad y coordinar con las distintas áreas de la empresa -Establecer precio de venta del producto
Secretaria	<ul style="list-style-type: none"> -Recibir las llamadas telefónicas hacia la empresa -Enviar y recibir documentos físicos -Apoyo constante al gerente general y a los jefes -Gestionar las reuniones internas y externas de la compañía -Coordinar el servicio post venta con los clientes
Jefe de administración y finanzas	<ul style="list-style-type: none"> -Realizar pagos de la empresa (proveedores, personal, etc.) -Elaborar estado de situación financiera y estado de resultados -Manejar registros contables -Redacción de informes financieros -Reclutamiento y selección del personal -Capacitar al personal de la empresa
Jefe comercial	<ul style="list-style-type: none"> -Apoyar al gerente general ante una decisión de aumento o disminución del precio de venta -Determinar las estrategias de venta -Establecer objetivos de ventas -Diseñar el servicio post venta -Buscar continuamente nuevos clientes

(continúa)

(continuación)

Cargo	Funciones
Jefe de producción y logística	<ul style="list-style-type: none">-Inspeccionar todo el proceso productivo del polímero de almidón de yuca-Controlar tiempos de cada actividad-Establecer indicadores para determinar la eficiencia y calidad de la producción del producto-Gestionar los materiales e insumos disponibles-Planificar el mantenimiento para cada máquina-Verificar la recepción de los materiales e insumos necesarios para elaborar el producto-Gestionar los almacenes e inventarios adecuadamente-Realizar la gestión del transporte del producto final
Vendedor	<ul style="list-style-type: none">-Realizar visitas a plantas de los clientes-Contactar nuevos clientes para la empresa-Negociar con los clientes cantidades de venta-Reportar al jefe comercial sobre los precios de venta actualizados en el mercado de productos similares

El personal operativo definido es el siguiente.

Tabla 6.3

Personal operativo requerido de la empresa

Cargo	Cantidad
Personal de calidad	1
Operarios de almacenes	3
Operarios de línea de producción	3
TOTAL	7

Estos mismos deben cumplir ciertas funciones que se les han sido asignadas para poder asegurar la continuidad del proceso.

Tabla 6.4*Funciones del personal operativo*

Cargo	Funciones
Personal de calidad	-Llevar a cabo análisis organolépticos y físicos de la materia prima -Controlar la calidad de los productos finales, a través del análisis físico y químico de una muestra del 10% de cada saco del biopolímero
Operarios de almacenes	-Efectuar la carga y descarga de los elementos requeridos -Realizar la recepción de materiales e insumos -Almacenar cada elemento en su respectivo almacén y de acuerdo al diseño preestablecido -Llevar a cabo la preparación (picking) y expedición de los pedidos -Hacer reportes de los inventarios -Los operarios de esta área serán polivalentes.
Operarios de producción	-Verter el almidón de yuca en la balanza tolva -Pesar y colocar los insumos en el tanque mezclador -Retirar los residuos del tamiz -Inspeccionar el cabezal del extrusor de forma periódica -Llevar a cabo el mantenimiento concerniente a cada máquina de la planta industrial -Colocar los sacos en la máquina envasadora -Todos estos operarios realizarán más de una tarea y las alternarán.

Por último, se consideró al personal subcontratado que estará a diario en la planta.

Tabla 6.5*Personal tercerizado de la empresa*

Cargo	Cantidad
Encargado de limpieza	1
Encargado de vigilancia	1
Enfermera	1
TOTAL	3

Asimismo, se determinó las siguientes funciones para ambos puestos.

Tabla 6.6*Funciones del personal tercerizado*

Cargo	Funciones
Encargado de limpieza	-Asegurar la limpieza en el área productiva de la empresa -Asegurar la limpieza en la zona administrativa de la empresa -Limpiar los servicios higiénicos, así como reponer el papel y jabón de los mismos

(continúa)

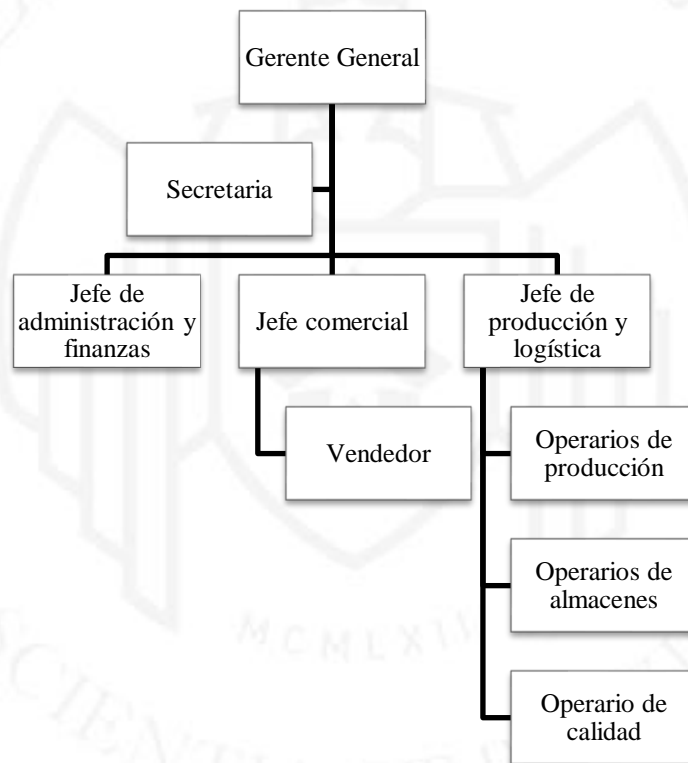
(continuación)

Cargo	Funciones
Encargado de vigilancia	-Registrar la entrada y salida de personal externo a la empresa -Controlar el equipo de video vigilancia -Vigilar todos los ambientes de la empresa -Reportar incidencias
Enfermera	-Atender al personal de la empresa ante alguna enfermedad o lesión. -Derivar al personal a un centro de salud dependiendo de la gravedad de la situación.

6.3 Esquema de la estructura organizacional

Figura 6.1

Esquema de la estructura organizacional



CAPÍTULO VII: PRESUPUESTOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO

7.1 Inversiones

7.1.1 Estimación de las inversiones a largo plazo (Tangibles e intangibles)

a. Activos tangibles

Para calcular los costos de activos tangibles se tomó en cuenta, en algunos casos, costos de transporte e instalación. Los activos aludidos son los siguientes.

- Maquinaria y equipos (equipos complementarios y de laboratorio)
- Terreno y edificación construida
- Mobiliario

Es importante mencionar que los costos unitarios de algunos de estos activos (maquinaria, terreno y edificación) estaban expresados en dólares americanos; no obstante, asumiendo que el tipo de cambio es de 4, se convirtió la moneda a nuevos soles.

A continuación, se detallará los costos de todos los activos tangibles mencionados.

- **Maquinaria y equipos**

Tabla 7.1

Costos de maquinaria

Maquinaria	Cantidad (unidad)	Costo (soles/unidad)	Costo FOB (S/)	Costo DDP (S/)^a
Balanza tolva de materia prima	1,00	12 000,00	12 000,00	13 200,00
Balanza de insumos y aditivos	1,00	320,00	320,00	352,00
Elevador tornillo	1,00	6 000,00	6 000,00	6 600,00
Mezclador	1,00	5 196,00	5 196,00	5 715,60
Extrusor	1,00	88 000,00	88 000,00	96 800,00
Faja transportadora	1,00	624,00	624,00	686,40
Cortadora	1,00	12 000,00	12 000,00	13 200,00

(continúa)

(continuación)

Maquinaria	Cantidad (unidad)	Costo (soles/unidad)	Costo FOB (S/)	Costo DDP (S/)^a
Secador	1,00	100 000,00	100 000,00	110 000,00
Transportador vibratorio	1,00	6 600,00	6 600,00	7 260,00
Tamiz	1,00	10 000,00	10 000,00	11 000,00
Envasadora (elevador tornillo incorporado)	1,00	20 000,00	20 000,00	22 000,00
TOTAL			260 740,00	286 814,00

Nota. FOB: Free On Board (Franco a bordo). DDP: Delivered Duty Paid (Hasta dejarlo en el destino acordado)

^aIncluye costo CIF, de transporte e instalación.

Tabla 7.2

Costos de equipos complementarios

Equipos complementarios	Cantidad (unidad)	Costo (soles/unidad)	Costo (S/)
Tanque de agua	1,00	502,27	502,27
Bomba de agua	1,00	390,20	390,20
Tuberías (m)	10,00	36,00	360,00
Recipiente de insumos	2,00	22,00	44,00
Recipiente de merma	1,00	40,00	40,00
Montacarga eléctrico	2,00	17 200,00	34 400,00
Transpaleta manual	3,00	520,00	1 560,00
Pallets	98	30	2 940,00
TOTAL			40 236,47

Tabla 7.3

Costos de equipos de laboratorio

Equipo	Cantidad (unidad)	Costo (soles/unidad)	Costo (S/)
Termómetro	1,00	780,00	780,00
Medidor de humedad	1,00	6 380,68	6 380,68
Balanza de densidad	1,00	10 949,64	10 949,64
Equipo de ensayo de plásticos	1,00	3 208,84	3 208,84
TOTAL			21 319,16

- **Terreno y edificación**

Para determinar el precio por metro cuadrado de un terreno localizado en un parque industrial de San Juan de Lurigancho, se recurrió a la tabla que sigue, proveniente de la página web Perú Retail.

Tabla 7.4

Costos por m² de terrenos en parques industriales de Lima

Parque	Ubicación	Área (Ha)	Precio x m ² (US\$)
Huachipa	Huachipa, Lurigancho	332	110
Indupark	Chilca	120	100
Sector 62	Chilca	160	110
La Chutana	Chilca	242	110
Macropolis	Lurín	784	100
TOTAL		1638	

Nota. De Logística: ¿Cuál es la oferta de parques industriales que tiene Lima?, por Perú Retail, 2018 (<https://www.peru-retail.com/logistica-oferta-parques-industriales-lima/>).

De la tabla anterior se seleccionó el precio por metro cuadrado del parque industrial Huachipa, pues es el único que está ubicado, en la localidad en donde se instalaría la potencial planta industrial.

El costo de edificación por metro cuadrado en un local industrial es de 250 dólares americanos, equivalentes a 1000 nuevos soles.

Tabla 7.5

Costo de terreno y edificación construida

Descripción	Área (m ²)	Costo de (soles/m ²)	Inversión (S/)
Terreno	1 140,00	440,00	501 600,00
Edificio	1 140,00	1 000,00	1 140 000,00
TOTAL			1 641 600,00

- **Mobiliario**

Para la inversión de activos tangibles no fabriles, se consideraron todos aquellos equipos o instrumentos necesarios para asegurar el buen funcionamiento de la planta y de las labores del personal. En el siguiente cuadro, se detalla todo lo adquirido como activo no fabril.

Tabla 7.6*Activos tangibles no fabriles*

Equipo	Cantidad	Precio unitario (S/)	Monto total (S/)
Computadora	6	1 400	8 400
Impresora pequeña	1	800	800
Impresora grande	1	1 300	1 300
Escritorio mediano	5	210	1 050
Escritorio pequeño	2	150	300
Escritorio grande	1	260	260
Silla ejecutiva	8	400	3 200
Silla de oficina	7	250	1 750
Mesa de conferencia	1	1 400	1 400
Proyector multimedia	1	600	600
Silla de ruedas	1	400	400
Camilla	1	170	170
Sillas para Tópico	2	100	200
Botiquín de primeros auxilios	1	58	58
Estante de oficina	4	200	800
Juego de Comedor	2	700	1 400
Microondas	1	299	299
Secador de mano eléctrico	4	290	1 160
Bote de basura grande	8	17,9	143
Bote de basura pequeño	13	14	182
Contenedor de basura	1	379	379
Sub total	-	-	24 251
Imprevistos (3%)	-	-	727,54
TOTAL	-	-	24 978,74

b. Activos intangibles

Por último, fue necesario realizar una inversión en activos intangibles, antes de iniciar operaciones y construir la planta.

Tabla 7.7*Activos intangibles*

Amortizaciones	Monto (S/.)
Estudio de prefactibilidad	14 000
Certificaciones y permisos	8 000
Software	20 000
Página web	3 000
Capacitaciones al personal	5 000
Pruebas de funcionamiento	10 000

(continúa)

(continuación)

Amortizaciones	Monto (S/.)
Sub total	60 000
Imprevistos (3%)	1 800
TOTAL	61 800

7.1.2 Estimación de las inversiones de corto plazo (Capital de trabajo)

Tabla 7.8

Costos y gastos incluidos en el capital de trabajo

Descripción	Monto (S/.)
Almidón de yuca	1 535 498,49
Agua	711,19
Glicerina	344 164,27
Ácido esteárico	45 463,55
Bicarbonato de sodio	691,07
Ácido cítrico	1 405,57
Sacos de producto terminado	8 608,64
Mano de obra directa	67 914
Mano de obra indirecta	211 827
Sueldos administrativos	549 780
Agua de ár. Operativa	1 227,55
Agua de ár. administración	789,14
Energía maquinaria	33 465,12
Energía de ár. Operativa	12 871,20
Energía ár. administración	5 148,48
Internet y telefonía	3 600
Asesoría legal	2 000
Publicidad y marketing	5 000
Limpieza	16 800
Vigilancia	18 000
Enfermera	33 600
EPP	2 364
Distribución	30 555,27

Tabla 7.9

Cálculo del capital de trabajo

Concepto	Monto (S/)
Materia prima e insumos	1 936 542,78
Mano de obra directa	67 914

(continúa)

(continuación)

Concepto	Monto (S/.)
Costos indirectos de fabricación	261 755
Gastos de administración y ventas	634 717,62
Subtotal	2 900 929,28
Imprevistos (3%)	87 027,88
Total	2 987 957,15
Periodo de desfase	38
Año comercial (días)	360
Capital de trabajo	315 395,48

La fórmula usada para obtener el capital de trabajo fue la siguiente.

$$\text{Capital de trabajo} = \text{Costo operativo anual} \times \frac{\text{periodo de desfase}}{360}$$

Asimismo, se utilizó la siguiente fórmula para hallar el periodo de desfase.

Periodo de desfase = Periodo promedio de cobranzas + Periodo promedio de inventario - Periodo promedio de pago

A continuación, se muestra el cálculo de cada uno de los componentes del periodo de desfase, que se encontrarán/

$$\text{Periodo promedio de cobranza} = \text{Cuentas por cobrar} \times \frac{360}{\text{Ventas}}$$

$$\text{Periodo promedio de cobranza} = 285\,180,00 \times \frac{360}{3\,422\,160,00} = 30$$

$$\text{Periodo promedio de inventario} = \frac{360 \times \text{Inventario}}{\text{Costo de ventas}}$$

$$\text{Periodo promedio de inventario} = \frac{360 \times 206\,884,34}{2\,057\,396,63} = 37$$

$$\text{Periodo promedio de pago} = \frac{\text{Cuentas por pagar} \times 360}{\text{Costo de ventas}}$$

$$\text{Periodo promedio de pago} = \frac{161\,379 \times 360}{2\,057\,396,63} = 29$$

Finalmente, al aplicar la fórmula del periodo de desfase, se obtiene un total de 38 días.

Sumando la inversión tangible, intangible y el capital de trabajo, se obtuvo la inversión total del proyecto.

Tabla 7.10*Inversión total*

Descripción	Monto (S/.)
Inversión tangible	2 025 399,45
Inversión intangible	61 800,00
Capital de trabajo	315 395,48
Inversión total	2 402 594,93

7.2 Costos de producción**7.2.1 Costos de las materias primas**

El costo de los materiales que forman parte de la composición del producto son los más altos dentro del presupuesto de costos. Estos se detallan, a continuación.

Tabla 7.11*Costos de las materias primas*

Materia prima e insumos	2022	2023	2024	2025	2026
Almidón de yuca	1 535 498,49	1 839 654,96	2 166 087,46	2 498 581,18	2 745 658,49
Agua	711,19	852,06	1 003,25	1 157,25	1 271,69
Glicerina	344 164,27	412 337,43	485 503,51	560 028,14	615 407,67
Ácido esteárico	45 463,55	54 469,12	64 134,24	73 978,82	81 294,37
Bicarbonato de sodio	691,07	827,96	974,88	1 124,52	1 235,72
Ácido cítrico	1 405,57	1 683,99	1 982,80	2 287,16	2 513,33
Sacos de producto terminado	8 608,64	10 313,60	12 144,00	14 007,68	15 393,28
TOTAL	1 936 542,78	2 320 139,13	2 731 830,14	3 151 164,76	3 462 774,56

Nota. Los valores están expresados en nuevos soles.

7.2.2 Costo de mano de obra directa

La mano de obra directa está compuesta por los operarios que están involucrados directamente en el proceso productivo. A continuación, se detalla el costo por mano de obra.

Tabla 7.12*Costo de mano de obra directa*

	Operarios	Sueldo (soles/mes)	Sueldos al año	Gratificación y CTS (sueldos)	ESSALUD y Senati	Costo MOD anual (S/.)
Mano de obra directa (MOD)	3	1 400	12	3	9,75%	67 914

7.2.3 Costo indirecto de fabricación

Para los costos indirectos de fabricación, se consideraron los sueldos del personal involucrado indirectamente al proceso productivo (mano de obra indirecta) y otros costos relacionados al proceso.

Tabla 7.13*Costo de mano de obra indirecta (MOI)*

Cargo	Cantidad	Sueldo (soles/mes)	Sueldos al año	Gratificaci ón y CTS (sueldos)	ESSALUD y Senati	Costo MOI anual (S/.)
Jefe de producción y logística	1	7 500,00	12	3	9,75%	121 275
Operario de almacén	3	1 400,00	12	3	9,75%	67 914
Operario de calidad	1	1 400,00	12	3	9,75%	22 638
TOTAL						211 827

Tabla 7.14*Consumo de agua de área operativa*

	2022	2023	2024	2025	2026
Consumo de agua de área operativa (m ³)	145,60	145,60	145,60	145,60	145,60
Costo (soles/m ³)	8,431	8,431	8,431	8,431	8,431
Costo total de agua de área operativa (S/)	1 227,55	1 227,55	1 227,55	1 227,55	1 227,55

Tabla 7.15*Consumo de energía de área operativa*

	2022	2023	2024	2025	2026
Consumo de energía de área operativa (kW)	41 520,00	41 520,00	41 520,00	41 520,00	41 520,00
Costo (soles/kW)	0,2635	0,2635	0,2635	0,2635	0,2635
Consumo total de energía de área operativa (S/)	10 940,52	10 940,52	10 940,52	10 940,52	10 940,52

Finalmente, se sumaron todos los costos indirectos de fabricación.

Tabla 7.16*Costos indirectos de fabricación*

CIF	2022	2023	2024	2025	2026
Costo total de agua de consumo de área operativa	1 227,55	1 227,55	1 227,55	1 227,55	1 227,55
Consumo total de energía de área operativa	10 940,52	10 940,52	10 940,52	10 940,52	10 940,52
Consumo total de energía en producción	33 465,12	33 465,12	33 465,12	33 465,12	33 465,12
MOI	211 827	211 827	211 827	211 827	211 827
Mantenimiento	0	3 500	3 500	3 500	3 500
EPP	2 364	2 364	2 364	2 364	2 364
TOTAL	259 824,19	263 324,19	263 324,19	263 324,19	263 324,19

Nota. Los valores están expresados en nuevos soles.

7.3 Presupuesto operativo**7.3.1 Presupuesto de ingreso por ventas**

El precio usado será de S/ 280,00 sin IGV por saco de 50 kg para el primer año. Luego, el incremento será de 5% para los siguientes años. Estos precios permiten generar una buena rentabilidad y además ser competitivos frente al precio de productos similares, puesto que es un precio que se encuentra debajo del mercado de polímeros biodegradables.

Tabla 7.17*Presupuesto de ingreso por ventas*

	2022	2023	2024	2025	2026
Ventas (sacos de 50 kg)	12 222	15 027	17 886	20 798	22 973
Valor de venta (soles/saco)	280	294	308,70	324,14	340,34
Ingreso por ventas (soles)	3 422 160	4 417 938	5 521 408	6 741 360	7 818 671

7.3.2 Presupuesto operativo de costos

Para el presupuesto de costos, se contabilizaron los costos detallados en el siguiente cuadro.

Tabla 7.18*Presupuesto operativo de costos*

	2022	2023	2024	2025	2026
MP e insumos	1 936 542,78	2 320 139,13	2 731 830,14	3 151 164,76	3 462 774,56
MOD	67 914	67 914	67 914	67 914	67 914
CIF	259 824,19	263 324,19	263 324,19	263 324,19	263 324,19
Depreciación fabril	83 807,07	83 807,07	83 807,07	83 807,07	83 807,07
TOTAL	2 348 088,05	2 735 184,39	3 146 875,41	3 566 210,03	3 877 819,82

Nota. Los valores están expresados en nuevos soles.

7.3.3 Presupuesto operativo de gastos

Se consideró todos los gastos relacionados a la zona administrativa. A continuación, se detalla el cálculo de los sueldos administrativos y, luego, el presupuesto operativo de gastos.

Tabla 7.19*Sueldos administrativos*

Cargo	Número de trabajadores	Sueldo (soles/mes)	Sueldos al año	Gratificación y CTS (sueldos)	ESSALUD y Senati	Total anual
Gerente general	1	12 000	12	3	9,75%	194 040

(continúa)

(continuación)

Cargo	Número de trabajadores	Sueldo (soles/mes)	Sueldos al año	Gratificación y CTS (sueldos)	ESSALUD y Senati	Total anual
Secretaria	1	3 000	12	3	9,75%	48 510
Jefe de administración y finanzas	1	7 500	12	3	9,75%	121 275
Jefe comercial	1	7 500	12	3	9,75%	121 275
Vendedor	1	4 000	12	3	9,75%	64 680
TOTAL						549 780

Tabla 7.20

Presupuesto operativo de gastos

	2022	2023	2024	2025	2026
Sueldos administrativos	549 780	549 780	549 780	549 780	549 780
Energía	5 148,48	5 148,48	5 148,48	5 148,48	5 148,48
Agua	789,14	789,14	789,14	789,14	789,14
Amortización de intangibles	6 180	6 180	6 180	6 180	6 180
Depreciación no fabril	11 572,87	11 572,87	11 572,87	11 572,87	11 572,87
Telefonía e internet	3 600	3 600	3 600	3 600	3 600
Asesoría legal	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000
Servicios tercerizados	68 400	68 400	68 400	68 400	68 400
TOTAL	647 470,50	647 470,50	647 470,50	647 470,50	647 470,50

Nota. Los valores están expresados en nuevos soles.

Además, se consideraron gastos de venta, los cuales se detallan a continuación.

Tabla 7.21

Gastos de ventas

	2022	2023	2024	2025	2026
Publicidad y marketing	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
Distribución	30 555	37 569	44 716	51 995	57 434
TOTAL	35 555	42 569,25	49 715,90	56 995,25	62 433,61

Nota. Los valores están expresados en nuevos soles

Para el gasto de distribución, se está considerando un flete de S/50,00 por tonelada. Este precio se tomó como referencia de empresas de transporte que trabajan con productos industriales. Finalmente, se multiplicó la demanda de cada año por el precio mencionado anteriormente para determinar cada gasto de distribución anual.

7.4 Presupuestos financieros

Para el proyecto, se consideró que el 60% de la inversión total correrá por parte de un financiamiento externo y el 40% restante será capital propio de los accionistas.

Tabla 7.22

Participación de la inversión total

	Porcentaje (%)	Monto (S/.)
Inversión total	100	2 402 594,93
Capital propio	40	961 037,97
Préstamo	60	1 441 556,96

7.4.1 Presupuesto de servicio deuda

Para el financiamiento del proyecto, se usó una tasa efectiva anual (TEA) del 9%, proporcionada por el Banco de Crédito del Perú (BCP) para proyectos de pequeñas empresas que buscan iniciar un negocio. El préstamo será amortizado en su totalidad en 5 años, donde contará con un periodo de gracia parcial de un año y cada pago del principal y de intereses se realizará de forma semestral.

Tabla 7.23

Estructura de la deuda

Préstamo (S/.)	1 441 551,24
Tasa efectiva anual (TEA)	9,00%
Tasa efectiva semestral (TES)	4,40%
Periodo de gracia parcial (semestres)	2
Cuota constante (S/.)	217 689,23
Periodo (semestres)	10

A partir de los datos anteriores, se procedió a elaborar el cronograma de pagos.

Tabla 7.24*Cronograma de pagos*

N° de cuota	Saldo inicial	Principal	Intereses	Cuota	Saldo final
1	1 441 551,24	0	63 472,44	63 472,44	1 441 551,24
2	1 441 551,24	0	63 472,44	63 472,44	1 441 551,24
3	1 441 551,24	154 215,93	63 472,44	217 688,37	1 287 335,31
4	1 287 335,31	161 006,15	56 682,21	217 688,37	1 126 329,16
5	1 126 329,16	168 095,36	49 593,01	217 688,37	958 233,80
6	958 233,80	175 496,71	42 191,66	217 688,37	782 737,09
7	782 737,09	183 223,94	34 464,42	217 688,37	599 513,15
8	599 513,15	191 291,41	26 396,95	217 688,37	408 221,74
9	408 221,74	199 714,10	17 974,27	217 688,37	208 507,64
10	208 507,64	208 507,64	9 180,73	217 688,37	0

Nota. Los valores están expresados en nuevos soles

7.4.2 Presupuesto de estado de resultados

Tabla 7.25*Estado de resultados (2022 - 2026)*

	2022	2023	2024	2025	2026
Ventas	3 422 160,00	4 417 938,00	5 521 408,20	6 741 359,73	7 818 671,02
(-) Costo de ventas	2 057 396,63	2 472 370,28	2 887 274,85	3 309 134,04	3 623 809,03
(=) UB	1 364 763,37	1 945 567,72	2 634 133,35	3 432 225,69	4 194 861,99
(-) Gastos administrativos	561 317,62	561 317,62	561 317,62	561 317,62	561 317,62
(-) Gastos de ventas	5 000,00	5 000,00	5 000,00	5 000,00	5 000,00
(-) Gastos de distribución^a	30 555,27	37 569,25	44 715,90	51 995,25	57 433,61
(-) Otros gastos^b	68 400,00	68 400,00	68 400,00	68 400,00	68 400,00
(-) Depreciación fabril	83 807,07	83 807,07	83 807,07	83 807,07	83 807,07
(-) Depreciación no fabril	11 572,87	11 572,87	11 572,87	11 572,87	11 572,87
(-) Amortización de intangibles	6 180,00	6 180,00	6 180,00	6 180,00	6 180,00
(+) VM de activos tangibles					1 161 374,80
(-) VL de activos tangibles					1,548 499,73
(=) UO	597 930,53	1 171 720,91	1 853 139,88	2 643 952,88	3 014 025,88
(-) Gastos financieros	126 945,38	120 155,13	91 785,03	60 861,62	27 155,10
(=) UAI	470 985,15	1 051 565,78	1 761 354,85	2 583 091,26	2 986 870,77
(-) Participación (10%)	47 098,51	105 156,58	176 135,49	258 309,13	298 687,08

(continúa)

(continuación)

	2022	2023	2024	2025	2026
(-) IR (29.5%)	138 940,62	310 211,91	519 599,68	762 011,92	881 126,88
(=) UARL	284 946,01	636 197,30	1 065 619,68	1 562 770,21	1 807 056,82
(-) Reserva Legal (10%)	28 494,60	63 619,73	106 561,97	156 277,02	180 705,68
(=) UD	256 451,41	572 577,57	959 057,72	1 406 493,19	1 626 351,14

Nota. Los valores están expresados en nuevos soles. UB: Utilidad bruta. VM: Valor de mercado. VL: Valor en libros. UO: Utilidad operativa. UAI: Utilidad antes de impuestos. UARL: Utilidad antes de reserva legal. UD: Utilidad disponible.

^aIncluye gastos de transporte y estiba. ^bAluden a los gastos en servicios de terceros (no incluye mantenimiento).

Es sustancial explicar también, cómo se halló el costo de ventas plasmado en el estado de resultados. Para comenzar, se procede a calcular el costo de producción total, determinado de todos los elementos que intervienen directa e indirectamente en el proceso productivo del polímero de almidón de yuca, como se observa en el siguiente cuadro.

Tabla 7.26

Costo de producción total (2022 - 2026)

	2022	2023	2024	2025	2026
Material directo	1 936 542,78	2 320 139,13	2 731 830,14	3 151 164,76	3 462 774,56
Mano de obra directa	67 914,00	67 914,00	67 914,00	67 914,00	67 914,00
Mano de obra indirecta	211 827,00	211 827,00	211 827,00	211 827,00	211 827,00
Agua para área operativa	1 227,55	1 227,55	1 227,55	1 227,55	1 227,55
Electricidad utilizada para producción	33 465,12	33 465,12	33 465,12	33 465,12	33 465,12
Electricidad para iluminación de área operativa	10 940,52	10 940,52	10 940,52	10 940,52	10 940,52
Mantenimiento	0,00	3 500,00	3 500,00	3 500,00	3 500,00
EPP	2 364,00	2 364,00	2 364,00	2 364,00	2 364,00
Costo de producción total	2 264 280,97	2 651 377,32	3 063 068,34	3 482 402,95	3 794 012,75

Nota. Los valores están expresados en nuevos soles.

Una vez determinado el costo de producción total, se procede a hallar el costo de producción unitario. Este es calculado de la división del costo de producción total entre la producción de sacos de pellets de polímero de almidón de yuca, como se nota en la tabla que sigue.

Tabla 7.27*Cálculo del costo de producción unitario o costo de venta unitario*

	2022	2023	2024	2025	2026
Producción (sacos de producto terminado)	13 451,00	16 115,00	18 975,00	21 887,00	24 052,00
Costo de producción total (S/)	2 264 280,97	2 651 377,32	3 063 068,34	3 482 402,95	3 794 012,75
Costo de producción unitario o CVU (soles/saco de PT)	168,34	164,53	161,43	159,11	157,74

Nota. CVU: Costo de venta unitario.

Luego, se pasa a multiplicar el costo de venta unitario con la cantidad demandada de sacos de producto terminado, para determinar el costo de ventas total. Este cálculo se observa, a continuación.

Tabla 7.28*Cálculo del costo de ventas total*

	2022	2023	2024	2025	2026
Demanda (sacos de PT)	12 222,00	15 027,00	17 886,00	20 798,00	22 973,00
Costo de venta unitario (soles/saco de PT)	168,34	164,53	161,43	159,11	157,74
COSTO DE VENTAS TOTAL (S/.)	2 057 396,63	2 472 370,28	2 887 274,85	3 309 134,04	3 623 809,03

Nota. PT: Producto terminado.

7.4.3 Presupuesto de estado de situación financiera (apertura)

Para realizar un correcto presupuesto del estado de situación financiera a la apertura de la potencial compañía y conocer su caja específica en el momento cero y en el primer año del proyecto, se precisa elaborar el flujo de caja del primer año de operaciones de la institución. Este flujo de caja se elaboró a partir de la data del estado de resultados, teniendo en cuenta que es una estimación ideal del movimiento de efectivo en el año 2022, razón por la cual los montos de cada concepto se dividen entre 12 (se asume que los ingresos, costos y gastos serán los mismos en cada mes). En seguida, se exhibe el reporte financiero en referencia.

Tabla 7.29

Flujo de caja (2022)

	0	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
IE			285 180,00	285 180,00	285 180,00	285 180,00	285 180,00	285 180,00	285 180,00	285 180,00	285 180,00	285 180,00	285 180,00
(+) AP	961 037,97												
(+) D	1 441 556,96												
(-) CMP			127 958,21	127 958,21	127 958,21	127 958,21	127 958,21	127 958,21	127 958,21	127 958,21	127 958,21	127 958,21	127 958,21
(-) CM			33 420,36	33 420,36	33 420,36	33 420,36	33 420,36	33 420,36	33 420,36	33 420,36	33 420,36	33 420,36	33 420,36
(-) MOD		5 659,50	5 659,50	5 659,50	5 659,50	5 659,50	5 659,50	5 659,50	5 659,50	5 659,50	5 659,50	5 659,50	5 659,50
(-) MOI		17 652,25	17 652,25	17 652,25	17 652,25	17 652,25	17 652,25	17 652,25	17 652,25	17 652,25	17 652,25	17 652,25	17 652,25
(-) EPP		197,00	197,00	197,00	197,00	197,00	197,00	197,00	197,00	197,00	197,00	197,00	197,00
(-) SBO		3 802,77	3 802,77	3 802,77	3 802,77	3 802,77	3 802,77	3 802,77	3 802,77	3 802,77	3 802,77	3 802,77	3 802,77
(-) SA		45 815,00	45 815,00	45 815,00	45 815,00	45 815,00	45 815,00	45 815,00	45 815,00	45 815,00	45 815,00	45 815,00	45 815,00
(-) SBA		961,47	961,47	961,47	961,47	961,47	961,47	961,47	961,47	961,47	961,47	961,47	961,47
(-) ST		5 700,00	5 700,00	5 700,00	5 700,00	5 700,00	5 700,00	5 700,00	5 700,00	5 700,00	5 700,00	5 700,00	5 700,00
(-) GV		2 962,94	2 962,94	2 962,94	2 962,94	2 962,94	2 962,94	2 962,94	2 962,94	2 962,94	2 962,94	2 962,94	2 962,94
(-) IR		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) AD		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) GF							63 472,69						63 472,69
(+) EF													
(-) MI	2 087 199,45												
SN	315 395,48	-82 750,92	41 050,51	41 050,51	41 050,51	41 050,51	-22 422,18	41 050,51	41 050,51	41 050,51	41 050,51	41 050,51	-22 422,18
SI	0,00	315 395,48	232 644,55	273 695,06	314 745,58	355 796,09	396 846,60	374 424,42	415 474,93	456 525,44	497 575,95	538 626,46	579 676,97
SF	315 395,48	232 644,55	273 695,06	314 745,58	355 796,09	396 846,60	374 424,42	415 474,93	456 525,44	497 575,95	538 626,46	579 676,97	557 254,79

Nota. Los valores están expresados en nuevos soles. IE: Ingreso de efectivo. AP: Aporte propio. D: Deuda. MP: Costo de materia prima. M: Costo de materiales. MOD: Mano de obra directa. MOI: Mano de obra indirecta. EPP: Equipo de protección personal. SBO: Servicios básicos operativos. SA: Sueldos administrativos. SBA: Servicios básicos administrativos. ST: Servicios de terceros. GV: Gastos de ventas. IR: Impuesto a la renta. AD: Amortización de la deuda. GF: Gastos financieros. MI: Monto invertido. SN: Saldo neto. SI: Saldo inicial. SF: Saldo final.

Es relevante explicar determinados asuntos respecto al movimiento de efectivo mostrado en la tabla anterior.

- Se tendrá una política de cobranza al crédito de 30 días, motivo por el cual se tiene ingresos a partir del mes de febrero.

- No existe pago del impuesto a la renta a lo largo de todo el primer año, pues este se paga en el siguiente.
- Inexistente amortización de la deuda en el año 2022, ya que el servicio de deuda tiene un periodo de gracia de un año.
- Con relación al pago de los proveedores, este se realizará por todas las reposiciones de insumos y materiales hechas durante un mes (según el lead time que corresponda); es decir, se les abonará el valor de la mercadería suministrada en un mes.
- El pago de la materia prima se efectuará al crédito de 30 días (por tratarse de un monto importante), por lo que no se generaría ningún costo de este insumo en el primer mes, sino a fines del siguiente.
- Los demás insumos y los sacos serán abonados con un crédito de 15 días, razón por la que su pago se ejecutará a mediados de febrero.

Una vez se determine el flujo de caja del primer año de operaciones, se procede a elaborar el estado de situación financiera de la eventual empresa en el año cero y en el año 2022.

Tabla 7.30

Estado de situación financiera

ACTIVO			PASIVO		
Activo Corriente	Año 0	2022	Pasivo Corriente	Año 0	2022
Efectivo y equivalente de efectivo	315 395,48	557 254,79	Impuestos por pagar (IR)	0	138 940,62
Cuentas por cobrar	0	285 180,00	Cuentas por pagar	46 590	161 379
Existencias	46 590	206 884,34	Participaciones	0	47 098,51
Total Activo Corriente	361 985,41	1 049 319,14	Total pasivo corriente	46 590	347 417,70
Activo No Corriente			Pasivo no corriente		
Terreno	501 600	501 600	Préstamo bancario	1 868 459,22	1 741 513,84
Edificio	1 140 000	1 140 000	Total pasivo no corriente	1 868 459,22	1 741 513,84
Maquinaria y equipos	383 799,45	383 799,45	Total pasivo	1 915 049,15	2 088 931,54

(continúa)

(continuación)

	ACTIVO		PATRIMONIO		
Intangibles	61 800	61 800			
Depreciación	0	-95 379,95	Capital social	961 037,97	961 037,97
Amortización	0	-6 180	Utilidades (UD)	0	256 451,41
Interés diferido	426 902,26	299 956,88	Reserva legal	0	28 494,60
Total Activo No Corriente	2 514 101,72	2 285 596,39	Total Patrimonio	961 037,97	1 245 983,99
Total Activo	2 876 087,12	3 334 915,52	Total Pasivo y Patrimonio	2 876 087,12	3 334 915,52

Nota. Los valores están expresados en nuevos soles. IR: Impuesto a la renta. UD: Utilidad disponible.

Es sustancial hacer determinadas aclaraciones vinculadas a algunas cuentas del estado de situación financiera.

- **Existencias:** En el año cero, esta cuenta se refiere a los inventarios adquiridos para el primer mes de operaciones. En el 2022, se refiere a los productos terminados excedentes de ese año; es decir, los productos que no serían vendidos.
- **Cuentas por cobrar:** Es el monto de las ventas por cobrar concerniente al mes de diciembre.
- **Interés diferido:** En el año cero, esta cuenta alude a la suma de todos los intereses generados en la vida del proyecto, a partir de la deuda. En el primer año de operaciones, es el interés diferido del año cero menos el interés del primer año.
- **Cuentas por pagar:** Se refiere a las existencias adquiridas, para iniciar operaciones.
- **Préstamo bancario:** En el año cero, este importe es el monto total del préstamo realizado sumado al interés diferido del mismo año. En el año 2022, esta cuenta está aludida a la resta entre el monto del préstamo del año cero menos el interés pertinente al 2022.

7.4.4 Flujo de fondos netos

a. Flujo de fondos económicos

Tabla 7.31

Flujo de fondos económicos (2021 - 2025)

	0	2022	2023	2024	2025	2026
Inversión	-2 402 594,93					
UARL		284 946,01	636 197,30	1 065 619,68	1 562 770,21	1 807 056,82
(+) Amortización de intangibles		6 180,00	6 180,00	6 180,00	6 180,00	6 180,00
(+) Depreciación fabril		83 807,07	83 807,07	83 807,07	83 807,07	83 807,07
(+) Depreciación no fabril		11 572,87	11 572,87	11 572,87	11 572,87	11 572,87
(+) GF*(1-T)		89 496,49	84 709,37	64 708,44	42 907,44	19 144,35
(+) VL total (recupero)^a						1 863 895,20
(=) FFE	-2 402 594,93	476 002,45	822 466,61	1 231 888,08	1 707 237,60	3 791 656,32

Nota. Los valores están expresados en nuevos soles. UARL: Utilidad antes de reserva legal. GF: Gastos financieros. T: Tasa de impuesto a la renta. VL: Valor en libros o valor residual. FFE: Flujo de fondos económicos.

^aIncluye el monto del valor en libros de los activos tangibles y el monto del capital trabajo.

b. Flujo de fondos financieros

Tabla 7.32

Flujo de fondos financieros (2022 - 2026)

	0	2022	2023	2024	2025	2026
Inversión total	-2 402 594,93					
Préstamo	1 441 556,96					
UARL		284 946,01	636 197,30	1 065 619,68	1 562 770,21	1 807 056,82
(+) Amortización de intangibles		6 180	6 180	6 180	6 180	6 180
(+) Depreciación fabril		83 807,07	83 807,07	83 807,07	83 807,07	83 807,07
(+) Depreciación no fabril		11 572,87	11 572,87	11 572,87	11 572,87	11 572,87
(-) Amortización del préstamo		0	315 223,33	343 593,43	374 516,84	408 223,36
(+) VL total (recupero)^a						1 863 895,20
(=) FFF	-961 037,97	386 505,96	422 533,91	823 586,20	1 289 813,32	3 364 288,61

Nota. Los valores están expresados en nuevos soles. UARL: Utilidad antes de reserva legal. VL: Valor en libros o valor residual. FFF: Flujo de fondos financieros.

^aIncluye el monto del valor en libros de los activos tangibles y el monto del capital trabajo.

7.5 Evaluación económica y financiera

Con la finalidad de efectuar una adecuada evaluación económica y financiera del proyecto, se necesita conocer cuál sería el costo de oportunidad del inversionista (K_e), tasa de descuento que se empleará para descontar los flujos de los próximos cinco años. El mencionado valor porcentual, se halla de la siguiente forma.

$$K_e = R_f + \beta_L * (R_m - R_f) + R_p$$

El único valor a calcular en esta fórmula es el del beta apalancado, el cual se obtiene con la fórmula que sigue.

$$\beta_L = \beta_u * [1 + (1 - T) * (D/P)]$$

En el cuadro que sigue, se exhibirán los valores necesarios para hallar el beta apalancado, así como el cálculo de su valor, luego de aplicar la fórmula previamente mostrada.

Tabla 7.33

Cálculo del beta apalancado

Beta desapalancado (β_u)^a	0,66
División de participación (D/P)	1,16
Tasa de impuesto a la renta (T)	0,295
Beta apalancado (β_L)	1,20

Nota. D: Deuda. P: Patrimonio.

^aDamodaran (2020)

En la siguiente tabla, se mostrará el cálculo del K_e junto a los valores requeridos para poder hallarlo.

Tabla 7.34

Cálculo del costo de oportunidad del inversionista (K_e)

Tasa de libre riesgo (R_f)^a	0,83%
Tasa de rendimiento del mercado (R_m)^b	11,48%
Tasa de riesgo país (R_p)^c	1,10%
Beta apalancado (β_L)	1,20
Costo de oportunidad del inversionista (K_e)	14,69%

Nota. ^aDatosmacro (2020). ^bS&P Down Jones Indices (2020). ^cGestión (2020)

En este caso se toma como única tasa de descuento al Ke, debido a que bajo el enfoque de la ingeniería se necesita solo de esta tasa para evaluar económica y financieramente un proyecto de esta índole. Con relación a la evaluación económica Arroyo y Vásquez (2016) explicaron:

El flujo neto económico considera el proyecto como si estuviese financiado al cien por ciento por el capital propio del inversionista ... Por lo expuesto, se evalúa un proyecto económicamente cuando el proyecto es financiado al 100 % con el aporte de los accionistas. En este caso, al no existir deuda, el flujo económico del proyecto deberá descontarse a la tasa del costo de oportunidad del accionista (COK) (pp. 139-140)

Con respecto a la evaluación financiera se menciona lo siguiente.

Para determinar la rentabilidad del proyecto, el flujo financiero neto se suele descontar a tasa CPPC (o WACC), que representa el costo promedio ponderado de todas las fuentes de fondos considerando el peso relativo de las mismas.

Dado que el costo de oportunidad del accionista (COK) suele ser mayor al costo del financiamiento, el descuento del proyecto a tasa COK evaluará ácidamente la aceptación o no de los proyectos ... el VAN financiero se puede calcular a tasa COK o a tasa WACC. Para proyectos iniciales la tasa de descuento debería ser una tasa COK, sin embargo, para proyectos de mejora en empresas en marcha la tasa de descuento debería ser una tasa WACC (Arroyo & Vásquez, 2016, pp. 196 y 206)

Esa es la razón por la cual no se calcula ni se toma el valor del costo ponderado promedio del capital (CPPC o WACC) para ninguna evaluación del proyecto.

7.5.1 Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR

Tabla 7.35

Evaluación económica

VAN E (S/)	2 351 386,10
Relación B/C	1,98
TIR E (%)	39,21
PR (años)	3,55

Nota. VAN E: Valor actual neto económico. B/C: Beneficio/costo. TIR E: Tasa interna de retorno económico. PR: Periodo de recuperación.

7.5.2 Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR

Tabla 7.36

Evaluación financiera

VAN F (S/)	2 683 669,12
Relación B/C	3,79
TIR F (%)	68,33
PR (años)	2,94

Nota. VAN F: Valor actual neto financiero. B/C: Beneficio/costo. TIR F: Tasa interna de retorno financiero. PR: Periodo de recuperación.

7.5.3 Análisis de ratios e indicadores económicos y financieros del proyecto

Para el análisis de ratios, se usó el conjunto de datos del primer año de operaciones (2022) del estado de situación financiera.

a. Análisis de liquidez

$$\text{Capital de trabajo} = \text{Activo corriente} - \text{Pasivo corriente}$$

$$\text{Capital de trabajo} = S/1\,049\,319,14 - S/347\,417,70 = S/701\,901,44$$

Esto indica que la empresa cuenta con S/ 701 901,44 para poder seguir adquiriendo materia prima o insumos y pagar sueldos luego de haber pagado sus obligaciones de corto plazo.

$$\text{Razón corriente} = \frac{\text{Activo corriente}}{\text{Pasivo corriente}}$$

$$\text{Razón corriente} = \frac{S/1\,049\,319,14}{S/347\,417,70} = 3,02$$

Se puede interpretar de la siguiente manera: Por cada sol de deuda a corto plazo, se cuenta con S/ 3,02 para poder afrontarla.

b. Análisis de solvencia

$$\text{Razón de deuda} = \frac{\text{Pasivo total}}{\text{Activo total}}$$

$$\text{Razón de deuda} = \frac{S/2\,088\,931,54}{S/3\,334\,915,52} = 62,64\%$$

Este indicador señala que el 62.64 % de los activos de la empresa fueron financiados por terceros; en este caso, por el banco.

$$\text{Razón Deuda Patrimonio total} = \frac{\text{Deuda}}{\text{Patrimonio total}}$$

$$\text{Razón Deuda Patrimonio total} = \frac{S/2\,088\,931,54}{S/1\,245\,983,99} = 1,68$$

Por cada sol que aporten los accionistas, se tiene una deuda de S/ 1,68.

c. Análisis de rentabilidad

$$\text{Margen neto} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Ventas}}$$

$$\text{Margen neto} = \frac{S/256\,451,41}{S/3\,422\,160,00} = 7,49\%$$

La empresa genera una ganancia valorizada en el 7,49 % de las ventas anuales.

$$\text{ROE} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Patrimonio total}}$$

$$\text{ROE} = \frac{S/256\,451,41}{S/1\,245\,983,99} = 20,58\%$$

La empresa genera una ganancia de 20,58% con respecto al aporte de los accionistas

d. Indicadores económicos y financieros

En el siguiente cuadro se interpretarán los indicadores económicos y financieros vistos anteriormente.

Tabla 7.37

Interpretación de indicadores económicos y financieros

Indicador	Evaluación económica	Evaluación financiera
	2 351 386,10	2 683 669,12
VAN (S/)	Al ser un monto positivo elevado, indica una buena capacidad de la empresa de generar flujo de caja a lo largo del proyecto; es decir, el proyecto es viable.	Advierte que los accionistas generarán un monto importante en su flujo de caja. Por consiguiente, en términos financieros, el proyecto es factible.

(continúa)

(continuación)

Indicador	Evaluación económica	Evaluación financiera
	1,98	3,79
Relación B/C	La actividad económica de la empresa está generando 1,98 veces lo que se invirtió. Por lo tanto, este valor es propicio, pues es superior a 1.	Las ganancias de los socios serán 3,79 veces más que su inversión. Financieramente, este valor es muy favorable, al ser considerablemente mayor a 1.
	39,21	68,33
TIR (%)	Mayor tasa de interés a la que la institución se podría endeudar. El valor porcentual del TIR financiero es conveniente, ya que es mayor a la tasa del Ke.	Es la tasa de interés máxima a la que la compañía podría endeudarse, únicamente con el aporte de los accionistas. En este caso es muy favorable, debido a que es mayor a la tasa del Ke.
	3,55	2,94
PR (años)	La inversión total de la empresa será recuperada en 3,55 años.	Solo el aporte propio de la compañía se recuperará en 2,94 años.

Nota. VAN: Valor actual neto. B/C: Beneficio/costo. TIR: Tasa interna de retorno. PR: Periodo de recuperación.

7.5.4 Análisis de sensibilidad del proyecto

Para el análisis de sensibilidad del proyecto se evaluará económica y financieramente con la variación de dos variables: el precio de venta y los costos de materiales directos (materia prima, insumos y materiales).

En primera instancia, se evaluará los indicadores económicos y financieros con un incremento del 10% en el precio de venta (escenario optimista) y una reducción del 10% del mismo (escenario pesimista).

Tabla 7.38*Variación en el precio de venta*

Escenario	Precio de venta	Evaluación económica					Evaluación financiera				
		Ke (%)	VAN (S/)	Relación B/C	TIR (%)	PR (años)	Ke (%)	VAN (S/)	Relación B/C	TIR (%)	PR (años)
Optimista	Aumenta 10%		3 430 564,51	2,43	49,60%	2,94		3 762 847,54	4,92	89,73%	1,85
Moderado	Neutral	14,69%	2 351 386 10	1,98	39,21%	3,55	14,69%	2 683 669,12	3,79	68,33%	2,94
Pesimista	Disminuye 10%		1 272 207,68	1,53	28,35%	4,24		1 604 490,71	2,67	46,88%	3,71

Nota. Ke: Costo de oportunidad del inversionista. VAN: Valor actual neto. B/C: Beneficio/costo. TIR: Tasa interna de retorno. PR: Periodo de recuperación.

^aIncluye costos de materia prima, insumos y materiales.

Del cuadro anterior, se puede observar que, incluso en el escenario pesimista, el proyecto es viable económica y financieramente, puesto que todos los indicadores económicos y financieros del mismo son favorables. A continuación, analizaremos en forma general alguno de estos indicadores.

- Ambos VAN (económico y financiero) son valores positivos sustanciales
- La relación beneficio costo en ambas evaluaciones son mayores a uno.
- Tanto el TIR económico como el financiero son mayores a sus concernientes tasas porcentuales.

En segundo y último lugar, se analizará la sensibilidad del proyecto, con una disminución del 10% de los costos de materiales directos (escenario optimista) y un aumento de 10% de los mismos (escenario optimista).

Tabla 7.39*Variación en los costos de materiales directos*

Escenario	CMD	Evaluación económica					Evaluación financiera				
		Ke (%)	VAN (S/)	Relación B/C	TIR (%)	PR (años)	Ke (%)	VAN (S/)	Relación B/C	TIR (%)	PR (años)
Optimista	Disminuye 10%		2 862 937,98	2,20	44,53%	3,21		3 190 383,30	4,35	79,29%	2,15
Moderado	Neutral	14,69%	2 351 386,10	1,98	39,21%	3,55	14,69%	2 683 669,12	3,79	68,33%	2,94
Pesimista	Aumenta 10%		1 839 834,22	1,76	33,91%	3,98		2 176 954,95	3,25	57,64%	3,10

Nota. CMD: Costos de material directo. Ke: Costo de oportunidad del inversionista. VAN: Valor actual neto. B/C: Beneficio/costo. TIR: Tasa interna de retorno. PR: Periodo de recuperación.

^aIncluye costos de materia prima, insumos y materiales.

Al igual que con la variación del precio de venta, los indicadores económicos y financieros de, inclusive, el escenario pesimista son muy convenientes para la potencial compañía. Esto se debe a lo siguiente.

- El VAN económico y financiero presentan montos positivos importantes.
- El beneficio costo es mayor a uno.
- Ambos TIR (económico y financiero) son mayores a sus tasas respectivas.

CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO

8.1 Indicadores sociales

El proyecto busca generar un impacto positivo en la sociedad mediante la generación de empleos, pago de impuestos, etc. Debido a esto, es importante cuantificar a través de indicadores cómo está afectando el proyecto a la sociedad.

a. Valor agregado

Este monto permite visualizar todo lo aportado para desarrollar el proyecto, a excepción de la materia prima e insumos para el producto. El valor agregado de cada año debe actualizarse al primer año a través de la tasa de descuento social del 8 % (MEF, 2017). Luego, se acumulan los valores agregados de todos los años para obtener el valor agregado del proyecto. A continuación, se detallan todos los importes usados para calcular el valor agregado.

Tabla 8.1

Valor agregado

Concepto	2022	2023	2024	2025	2026
Sueldos	829 521	829 521	829 521	829 521	829 521
Depreciaciones	95 379,95	95 379,95	95 379,95	95 379,95	95 379,95
Gastos de distribución	30 555,27	37 569,25	44 715,90	51 995,25	57 433,61
Gastos de ventas	5 000	5 000	5 000	5 000	5,000
Otros gastos	79 937,62	79 937,62	79 937,62	79 937,62	79 937,62
Amortización	6 180	6 180	6 180	6 180	6 180
Gastos financieros	126 945,38	120 155,13	91 785,03	60 861,62	27 155,10
Impuesto a la renta	138 940,62	310 211,91	519 599,68	762 011,92	881 126,88
Utilidad después de impuestos	284 946,01	636 197,30	1 065 619,68	1 562 770,21	1 807 056,82
Valor agregado	1 597 405,86	2 120 152,14	2 737 738,86	3 453 657,57	3 788 790,98
Valor actual agregado	1 479 079,50	1 817 688,74	2 173 305,38	2 538 541,41	2 578 587,48
Valor agregado actual acumulado	1 479 079,50	3 296 768,23	5 470 073,61	8 008 615,03	10 587 202,50

Nota. Los valores están expresados en nuevos soles.

El valor agregado acumulado hasta el último año es de S/ 10 587 202,50.

b. Intensidad de capital

$$\text{Intensidad de capital} = \frac{\text{Inversión total}}{\text{Valor agregado}}$$

$$\text{Intensidad de capital} = \frac{S/2\,402\,594,93}{S/10\,587\,202,50}$$

$$\text{Intensidad de capital} = 22,69\%$$

c. Relación producto capital

$$\text{Relación producto capital} = \frac{\text{Valor agregado}}{\text{Inversión total}}$$

$$\text{Relación producto capital} = \frac{S/10\,587\,202,50}{S/2\,402\,594,93} = 4,42$$

d. Productividad de mano de obra

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{\text{Valor promedio de la producción anual}}{\text{Número de operarios}}$$

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{S/3\,794\,012,75}{3 \text{ operarios}} = 1\,264\,670,92 \frac{S/}{\text{operario}}$$

e. Densidad de capital

$$\text{Densidad de capital} = \frac{\text{Inversión total}}{\text{Número de empleados}}$$

$$\text{Densidad de capital} = \frac{S/2\,402\,594,93}{16 \text{ empleados}} = 150\,162,18 \frac{S/}{\text{empleado}}$$

8.2 Interpretación de indicadores sociales

En el presente acápite, se interpretarán los indicadores sociales, calculados anteriormente.

- **Valor agregado:** La sociedad será impactada con un monto de S/ 10 587 202,50 por el desarrollo del presente proyecto.
- **Intensidad de capital:** La inversión total del proyecto genera un 22,69% del valor agregado del proyecto.
- **Relación producto capital:** Por cada sol invertido en el proyecto, se generan S/ 4,41 de valor agregado.

- **Productividad de mano de obra:** Cada operario de planta produce en promedio S/ 1 264 670,92 anuales.
- **Densidad de capital:** Se invierte un total de S/ 150 162,18 por trabajador en el presente proyecto.



CONCLUSIONES

Durante la investigación, se pudo evidenciar la fuerte competencia que existe en el sector. En la actualidad, se usa el plástico en mayores cantidades que otras alternativas para elaborar bolsas, ya que su bajo costo lo favorece. Sin embargo, se ha podido comprobar en este proyecto que los bajos costos, junto a un precio de venta bajo y competitivo, permiten competir con el resto de los productos orgánicos y con el plástico, aun generando buenos márgenes de ganancia.

- Se pudo obtener la demanda específica del proyecto: 12 222 sacos de 50 kg para el primer año, 15 027 para el segundo, 17 886 para el tercero, 20 798 para el cuarto y 22 973 para el último. Se obtuvo a partir de encuestas a potenciales clientes y otros criterios de segmentación como la participación de bolsas biodegradables respecto al total de bolsas importadas al Perú.
- La planta de producción estará ubicada en el distrito de San Juan de Lurigancho dentro del departamento de Lima. Se eligió el departamento de Lima, en primera instancia, a partir de un análisis de macro localización y, luego, se hizo un análisis de micro localización, donde obtuvo un mayor puntaje el distrito de San Juan de Lurigancho frente a las otras 2 alternativas (Chorrillos y Lima).
- El tamaño óptimo de planta se obtuvo en la demanda del proyecto, siendo esta menor que los recursos productivos y que la capacidad de producción de la maquinaria. La máxima cantidad de sacos que la planta puede producir es la demanda del proyecto.
- El área total de la planta y de las distintas zonas fueron establecidas rigurosamente. Además, se halló una óptima distribución de las mismas, con la finalidad de optimizar costos de construcción y permitir un correcto traslado del personal y la comodidad del mismo. El área total de la planta es de 1140 m². Además, a partir de una evaluación de impactos ambientales, se pudo determinar que los impactos generados en las distintas operaciones del proceso son de baja magnitud, por lo que no representa algún daño al medio ambiente, a los alrededores de la planta ni al personal de la misma. Por último, al evaluar los posibles riesgos a nivel de seguridad, se pudo observar que

únicamente la operación de recepción y pesado puede generar posibles lesiones musculares o esqueléticas; sin embargo, los operarios contarán con la ayuda de equipos para evitar dichas lesiones.

- La estructura organizacional fue definida, así como las funciones para cada puesto de trabajo. Luego de realizar la evaluación, se obtuvo un total de 16 trabajadores para los 5 años del proyecto.
- A través de indicadores económicos y financieros como el TIR, VAN, periodo de recuperación y relación beneficio costo se pudo determinar que el proyecto es viable. Además, se usó indicadores de liquidez, solvencia y rentabilidad para ratificar lo previamente concluido. El valor del VAN financiero del proyecto es de S/ 2 683 669,12; siendo este un número elevado y mayor a cero demuestra la viabilidad del proyecto.
- Fue importante, además de realizar una evaluación del mercado, del proceso productivo, económica y financiera, realizar una evaluación social para poder determinar cuánto valor agregado está generando el proyecto para la sociedad. El valor agregado acumulado de los 5 años del proyecto asciende a S/ 10 587 202,50. Asimismo, este proyecto ayudó en la generación de empleos, tanto propio como del personal subcontratado. Se obtuvo una densidad de capital de S/ 150 162,18 por empleado.
- En conclusión, el proyecto es técnica, económica, financiera, ambiental y socialmente viable.

RECOMENDACIONES

- Todos los años es necesario reevaluar la investigación de mercado para poder ajustar la demanda a los números más reales posibles, y asimismo realizar un ajuste en el plan de producción en caso sea necesario. De esta manera, se podrá analizar si se puede modificar el precio según convenga.
- Es importante mantener ordenadas todas las áreas de la planta para que el personal pueda desarrollarse mejor y obtener mayores resultados. Esto genera que los trabajadores realicen sus labores en menos tiempo.
- Establecer proyectos en producción con la finalidad de reducir costos fijos y, de esa manera, se puede reducir en poca cantidad el precio del producto, en caso los precios de la competencia sean muy competitivos.
- Capacitar constantemente al personal para que desarrolle nuevas técnicas de trabajo que sean beneficiosas para ellos y para la empresa.
- Debido a que la empresa tiene como meta a largo plazo insertarse en el mercado extranjero, es necesario que desarrollen políticas y prácticas que faciliten la obtención de certificaciones como la ISO 9001 de calidad.
- Realizar encuestas de satisfacción para los clientes, con la finalidad de que brinden oportunidades de mejora y de esa manera se les podrá brindar un mejor servicio.

REFERENCIAS

- Ángeles, P. (2015). *Diseño de un proceso industrial para obtener plástico biodegradable (TPS) a partir de almidón de yuca manihot sculenta*. [Tesis presentada para optar el grado académico de doctor en ciencias con mención en ciencias ambientales]. Repositorio de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Ariztizábal, J & Sánchez, T. (2007). *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca*. <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>
- Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes. 2019. *Fertilizante*. <https://aefa-agronutrientes.org/glosario-de-terminos-utiles-en-agronutricion/fertilizante>
- Aula Natural. (abril, 2016). *¿Qué es la glicerina?* <https://aula-natural.com/que-es-la-glicerina/>
- Capella, F. (01 de mayo de 1997). *Maquinaria de extrusión*. <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/5001-Maquinaria-de-extrusion.html>
- Castells, P. (septiembre, 2009). *El almidón*. <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/biocarburantes-489/el-almidn-1136>
- Castillo, R., Escobar, E., Fernández, D., Gutiérrez, R., Morcillo, J., Núñez, N. y Peñaloza, S. (s.f.). *Bioplástico a base de la cáscara del plátano*. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/346/html>
- Charro, M. (2015). *Obtención de plástico biodegradable a partir de almidón de patata*. [Trabajo de grado para la obtención del título de Ingeniera Química, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio institucional de la Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3788/1/T-UCE-0017-97.pdf>
- Díaz, B., Noriega, M., Jarufe B. (2014). *Disposición de planta*. (2° ed.). https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10852/Diaz_disposicion_planta.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Diferentes tipos de bolsas de plástico, ¿cuáles son las mejores bolsas que se pueden utilizar? (24 de julio de 2018). *La República*. <https://gastronomiaycia.republica.com/2018/07/24/diferentes-tipos-de-bolsas-de-plastico-cuales-son-las-mejores-bolsas-que-se-pueden-utilizar/>
- Dos Santos, C. (27 de setiembre de 2018). *El problema del plástico también es latinoamericano*. <https://www.elobservador.com.uy/nota/el-problema-del-plastico-tambien-es-latinoamericano-2018926151854>

- FAO. (2006). *El mercado de almidón añade valor a la yuca*.
<http://www.fao.org/Ag/esp/revista/pdf/0610-1.pdf>
- Instituto de Estudios Económicos y Sociales. (2019). *Fabricación de productos plásticos* (Reporte Sectorial N° 04). https://www.sni.org.pe/wp-content/uploads/2019/07/Reporte-Sectorial-Pl%C3%A1sticos_2019.pdf
- Meneses, J., Corrales, C. M. & Valencia, M. (diciembre, 2007). *Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir de almidón de yuca*.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372007000200006
- Ministerio del Ambiente. (s.f.). *Cifras del mundo y Perú*.
<http://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/cifras-del-mundo-y-el-peru/>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (febrero, 2011). *Capítulo III Normalización de infraestructura urbana y propuesta de estándares*.
<http://eudora.vivienda.gob.pe/OBSERVATORIO/Documentos/Normativa/NormasPropuestas/EstandaresUrbanismo/CAPITULOIII.pdf>
- Norma A.060, Reglamento Nacional de Edificaciones. (s.f.).
http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/TITULO_III_EDIFICACIONES/III.1%20ARQUITECTURA/A.060%20INDUSTRIA.pdf
- NTP-ISO 23559:2015, Norma Técnica Peruana. (2020).
<https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/catalogo-bibliografico>
- NTP 900.080.2015, Norma Técnica Peruana. (24 de mayo de 2015).
<https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/catalogo-bibliografico>
- Ospina, B. (2002). *La Yuca en el Tercer Milenio*. https://books.google.com.pe/books/about/La_Yuca_en_el_Tercer_Milenio_Sistemas_Mo.html?id=I18Dz9sYZO8C&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Ruiz, G. (2005). *Polímeros biodegradables a partir del almidón de yuca*. [Proyecto de investigación para la obtención del título de Magister en Ingeniería de Procesamiento de Polímero, Universidad EAFIT ICIPC]. Repositorio institucional de la Universidad EAFIT.
https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/7364/Gladys_RuizAviles_2005.pdf?sequence=2
- Semana Sostenible. (19 de julio de 2017). *Bolsas biodegradables hechas con resina de yuca*. <https://sostenibilidad.semama.com/impacto/articulo/bolsas-biodegradables-hechas-con-resinas-de-yuca/38248>
- Textos Científicos. 2005. *PLÁSTICOS*.
<https://www.textoscientificos.com/polimeros/plasticos>

BIBLIOGRAFÍA

- Aceros Arequipa. (s.f.). *Los tipos de concreto y sus usos*.
<http://www.construyendoseguro.com/los-tipos-de-concreto-y-sus-usos/>
- Alibaba (2020). *Biodegradable Polymers*.
https://www.alibaba.com/premium/biodegradable_polymers.html?src=sem_ggl&cmpgn=126060740&adgrp=4641625940&fditm=&tgt=dsa-68290902815&locintrst=&locphyscl=9073199&mtchtyp=b&ntwrk=g&device=c&dvcmdl=&creative=160700076229&plcmnt=&plcmntcat=&p1=&p2=&aceid=&position=&gclid=Cj0KCQjw3Nv3BRC8ARIsAPh8hgLHp7Kf3vZIK8WwXrOAVWPfz-26ZfZi_jMpKFE8EkReKhAl8CwKxyQaAkJjEALw_wcB
- Andrés, M. (19 de julio del 2019). *Estrategia de precios: cómo poner el precio adecuado a tus productos o servicios*. https://es.semrush.com/blog/estrategia-de-precios/?kw=&cmp=LA_SRCH_DSA_Blog_Strategy_ES&label=dsa_blog&Network=g&Device=c&utm_content=438330231257&kwid=dsa-835963608230&cmpid=8050776959&gclid=Cj0KCQjw3Nv3BRC8ARIsAPh8hgJt0whMHJ72BTV4IJvuV0j4lGknmeYW7kB7rptcV7D2771KTJQIW8laAkqREALw_wcB
- Areatecnología. (s.f.). *Señales de seguridad*.
<https://www.areatecnologia.com/se%C3%B1ales-seguridad.htm>
- Arechavaleta, E. (2015). *Estrategias de comercialización*. OmniaScience.
<https://www.omniascience.com/books/index.php/monographs/catalog/download/88/362/707-1?inline=1>
- Caurin, J. (8 de junio de 2018). *Política comercial*. Emprendepyme.
<https://www.emprendepyme.net/politica-comercial.html>
- Comunidad de Madrid. (2006). *Guía de ahorro energético en instalaciones industriales*. <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM005647.pdf>
- ConcretOnline. (21 de Julio del 2018). *Bandas transportadoras: Problemas y soluciones*. <https://www.concretonline.com/canteras-graveras/bandas-transportadoras-problemas-y-soluciones>.
- Construepóxicos. (22 de noviembre de 2018). *Tipos pisos industriales y qué características tiene cada uno*. <https://construepoxicos.com/tipos-de-pisos-industriales/>
- Continental Asian Machinery. (2018). *EXTRUSORAS*.
<http://www.camtradingsac.com/extrusoras.html>
- Cyberclick. (s.f.). SEM. *¿Qué es el SEM? Cómo funciona el marketing en buscadores*.
<https://www.cyberclick.es/sem>

- Del Corral, L. (s.f.). *El nuevo marketing B2B: Qué es, diferencias con B2C y estrategias de éxito*. <https://leticiadelcorral.com/marketing-b2b-que-es-estrategias/#:~:text=El%20marketing%20B2B%20o%20marketing,y%2C%20finalmente%2C%20vender%20m%C3%A1s>.
- Diario Gestión. (junio de 2019). *Estos son los 120 distritos del Perú con mayor delincuencia y violencia del país, según la PNP*. <https://gestion.pe/peru/policia-detecta-120-distritos-crimenes-violencia-269349-noticia/?ref=gesr>
- Diario Gestión. (noviembre de 2016). *Zonas industriales Lima y Callao: Esta es la oferta y sus precios de venta*. <https://gestion.pe/tu-dinero/inmobiliarias/zonas-industriales-lima-callao-oferta-precios-venta-120836-noticia/?ref=gesr>
- Dider, A. (02 de mayo del 2019). *Marketing B2B: ¿cuál es la mejor estrategia?* <https://www.inboundcycle.com/blog-de-inbound-marketing/marketing-b2b-que-es-exactamente>
- Directorio de fábricas. (febrero, 2020). *Fábricas de plásticos en Perú*. <https://www.directoriodefabricas.com/peru/fabricantes-plasticos-peru.html>
- E-industria. (s.f.). *Proveedores de almidón de yuca*. http://www.eindustria.com/principal/resultados_busqueda.php?N=Almid%C3%B3n+de+yuca&d=P
- Gerencia Regional de Agricultura. (2020). *Precios mayoristas interdiario mercados*. <http://www.agrolalibertad.gob.pe/?q=node/148>
- Guerrero, G. (29 de agosto de 2017). *Estrategias de integración*. <http://www.leadership.com/estrategias/>
- Hongpai. (09 de Junio del 2018). *¿Fallas comunes y soluciones de la cortadora de brazo oscilante?* <http://m.hgclickerpress.com/news/common-failures-and-solutions-of-swing-arm-cut-15609645.html>
- IndexMundi. (2019). *Tasa de crecimiento de población en Sudamérica*. <https://www.indexmundi.com/map/?t=0&v=24&r=sa&l=es>
- Infoinfo. (s.f.). *Las 10 mejores Empresas de Bolsas de Plástico en Lima* https://lima.infoinfo.com/busqueda/bolsas_de_plastico
- Ingeniería para todos. (2020). *Fallas en un ventilador*. <https://www.ingenieriaparatodos.com/2016/03/ventilador.html>
- Instituto de Estudios Económicos y Sociales. (2019). *Fabricación de productos plásticos* (Reporte Sectorial N° 04). https://www.sni.org.pe/wp-content/uploads/2019/07/Reporte-Sectorial-Pl%C3%A1sticos_2019.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (noviembre, 2019). *Comportamiento de los indicadores de mercado laboral a nivel nacional. Población en edad de trabajar según condición de actividad* (N° 04, pp. 1-2).

<https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/empleo-nacionaljulagose-2019.pdf>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019). *Población Económicamente Activa*. <http://m.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economically-active-population/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2020). *Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico*. http://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_1.pdf

Kenjo. (2020). *Funciones del departamento de recursos humanos*. <https://blog.kenjo.io/es/funciones-departamento-recursos-humanos>

Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. (12 de julio de 2012). http://www.munlima.gob.pe/images/descargas/Seguridad-Salud-en-el-Trabajo/Ley%2029783%20_%20Ley%20de%20Seguridad%20y%20Salud%20en%20el%20Trabajo.pdf

Leyva. (2019). *YUCA*. <https://www.tuberculos.org/yuca/>

Lozano, V. (24 de octubre de 2018). *El plástico y la economía circular*. <https://elperuano.pe/suplementosflipping/economika/287/web/pagina02.html>

Mabasa. (s.f.). *Techos industriales*. <https://mabasa.com.mx/techados-industriales/>

Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú. (s.f.). *Mapas de Infraestructura de Transportes a Nivel Departamental: 2018*. <https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/transportes.html>

Ministerio de Vivienda. (2020). *Instalaciones eléctricas y mecánicas*. <https://ww3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%20C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/61%20EM.010%20INSTALACIONES%20EL%20C3%89CTRICAS%20INTERIORES.pdf>

Naciones Unidas. (2009). Segunda parte: Estructura general y estructura detallada. *Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas* (Serie M, N° 4, Rev. 4, pp. 46 y 48). https://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesM/seriesm_4rev4s.pdf

Organismo Superior de la Inversión en Energía y Minería. (2020). *Pliegos Tarifarios Aplicables al Cliente Final*. <https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/regulacion-tarifaria/pliegos-tarifarios/electricidad/pliegos-tarifarios-cliente-final>

Plasco Engineering. (Febrero del 2018). *8 PROBLEMAS COMUNES EN EXTRUSIÓN Y SUS POSIBLES SOLUCIONES*. <http://www.plastico.com/temas/8-problemas-comunes-en-extrusion-y-sus-posibles-soluciones+123975#:~:text=El%20amperaje%20alto%20en%20el,solucionar%20problemas%20durante%20la%20producci%C3%B3n.>

- Prevalia, S. (s.f.). *Riesgos Ergonómicos y Medidas Preventivas*.
http://www.ajemadrid.es/wp-content/uploads/aje_ergonomicos.pdf
- Production: Plastic in Primary forms and Synthetic Rubber*. 2020. *Euromonitor*.
 Recuperado el 10 de Junio de 2020, de <https://www-portal-euromonitor-com.ezproxy.ulima.edu.pe/portal/StatisticsEvolution/index>
- QUIMIPUR, S.L.U. (04 de noviembre de 2013). *Fichas de datos de seguridad: Glicerina 99,5%*. <https://quimipur.com/pdf/glicerina-995.pdf>
- Red Internacional de Seguridad y Salud Ocupacional. (31 de enero de 2007). *Guía básica de seguridad en industria de plásticos*.
http://www.ridsso.com/documentos/muro/1868_1456422821_56cf3fa5e587e.pdf
- RIMAC. (23 de agosto de 2016). *Riesgo de incendio en la industria de plásticos*
<http://prevencionrimac.com/riesgopatrimoniales/articulo/Riesgos-de-incendio-en-la-industria-de-plasticos>
- ROTH. (12 de diciembre de 2019). *Ácido esteárico ≥98%*.
<https://www.carlroth.com/medias/SDB-9459-MX-ES.pdf?context=bWFzdGVyfHNlY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyMzY0MTd8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNlY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oOWUvaGJmLzgz5Njk5MzQyNDE4MjJucGRmfDM1ZTg0MDVhY2QyY2FiZWU5MzhkNWQxYzFhZmM1YTNiMDBkNDJfjYwZiMGEyZDZiMDhlNTBiZTU3Y2NhODZlYjY>
- Ruiz, G. (2005). *Regulación de bolsas plásticas de un solo uso en el Perú*. [Trabajo académico para optar el título de Segunda Especialidad en Derecho Ambiental y de los Recursos Naturales, Pontificia Universidad Católica del Perú].
 Repositorio institucional de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13684/ASAL_DE_ALVAREZ_REGULACION_DE_BOLSAS_PLASTICAS_DE_UN_SOLO_USO_EN_EL_PERU.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rumbo minero. (2020). *El Perú tiene la segunda tarifa eléctrica más baja de Latinoamérica, asegura EY*. <https://www.rumbominero.com/noticias/energia/el-peru-tiene-la-segunda-tarifa-electrica-mas-baja-de-latinoamerica-asegura-ey/#:~:text=De%20esta%20forma%2C%20el%20costo,centavos%20de%20d%C3%B3lar%20por%20KWh>.
- Sánchez, J. (23 de abril de 2018). *Cuánto tarda en degradarse el plástico biodegradable*. <https://www.ecologiaverde.com/cuanto-tarda-en-degradarse-el-plastico-biodegradable-1272.html>
- Sedapal. (2020). *Servicio de agua potable y alcantarillado de Lima*.
<https://www.sedapal.com.pe/documents/10154/c754c1a6-681e-4c44-b5c9-37f3d8006cb3>

- Significados. (2014). *Significado de impacto ambiental*.
<https://www.significados.com/impacto-ambiental/>
- Textos Científicos. (16 de junio de 2005). *¿Qué son los polímeros?*
<https://www.textoscientificos.com/polimeros/introduccion>
- ThePowerMBA. (2020). *Las 5 fuerzas de Porter*.
<https://thepowermba.com/es/business/las-5-fuerzas-de-porter/>
- TOP. (24 de Mayo del 2019). *Análisis de fallas de operación de la mezcladora industrial*. <http://m.es.topemulsifier.com/news/industrial-mixer-operation-failure-analysis-24624561.html>
- Unitfine. (2019). *Transportador de tornillo: 5 Fallas comunes y solución de problemas*.
<https://es.unit-fine.com/screw-conveyor5-common-faults-and-trouble-shoot/>
- Universidad de Alicante. (2020). *Funciones del departamento comercial*
<https://www.unniun.com/funciones-del-departamento-comercial-carlos-martinez-sirho-helmets-master-en-direccion-y-gestion-de-empresas-universidad-de-alicante-mde/>
- Villacorta, J. (08 de mayo de 2018). *140 empresas peruanas se dedican a la producción de bolsas plásticas*. <https://infomercado.pe/140-empresas-peruanas-se-dedican-a-la-produccion-de-bolsas-plasticas/>

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD - POLÍMEROS A PARTIR DE ALMIDÓN DE YUCA

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ulima.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	Submitted to Universidad de Lima Trabajo del estudiante	3%
4	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucsp.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	doi.org Fuente de Internet	1%
7	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%
8	www.scribd.com Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	