INTRODUCCION

I.- ANTECEDENTES

El maíz, es uno de los tres cereales que dominan la economía mundial de granos. En países en vías de desarrollo la utilización de este grano para consumo humano es de aproximadamente un 63% y el resto es utilizado para diversos usos industriales[1].

Los avances tecnológicos han permitido aprovecharlo como materia prima para la obtención de almidón, el cual es obtenido por molienda húmeda.

El almidón es una materia prima con un amplio campo de aplicaciones debido a que es considerado como el polisacárido más utilizado como ingrediente funcional; sus usos van desde la impartición de textura y consistencia en alimentos hasta la manufactura de papel, adhesivos y empaques biodegradables[2].

A mediados del 2005, Estados Unidos contabilizó más de la mitad del total de la producción mundial de almidón de maíz. En el **Cuadro 1,** se muestra la producción de almidón por materias primas y los países que lo producen en mayor cantidad.

CUADRO 1:

PRODUCCIÓN DE ALMIDÓN POR MATERIAS PRIMAS

(Millones de toneladas)

	Maíz	**Patata**	**Trigo**	**Otras**	**Total**
U.E.	3.9	1.8	2.8	0.0	**8.4**
EE.UU.	24.6	0.0	0.3	0.0	**24.9**
Otros Países	10.9	0.8	1.1	2.5	**15.2**
Mundo	39.4	2.6	4.1	2.5	**48.5**

Fuente: Comisión Europea, 2005.

[1] CLAVEL JEAN, articulo "Historia del Almidón"; diario El Mundo, 2007.
[2] CLAVEL JEAN, articulo "Historia del Almidón"; diario El Mundo, 2007

Se tiene conocimiento que en el 2012, Argentina tuvo una producción de 21,8 millones de toneladas de maíz, de las cuales 2.627.813 toneladas se destinaron a la industrialización[3].

Entre los principales productos que se obtienen, se puede indicar: fructuosa 55, con una producción estimada de 200.000 toneladas anuales, glucosa con 50.000 toneladas anuales, fructuosa 42 con 40.000 toneladas anuales y almidones con 100.000 toneladas anuales[4].

El almidón es un producto muy importante que se destina al mercado externo, el cual llega a más de 15 países. A continuación en el **Cuadro 2,** se muestra los países que se destacan en la importación de este producto.

CUADRO 2

PAÍSES QUE SE DESTACAN EN LA IMPORTACIÓN DE ALMIDÓN DE MAÍZ

PAISES	PORCENTAJE %	CANTIDAD (T/año)
Chile	55,3	55.300
Uruguay	23,4	23.400
Bolivia	1,9	1.900
Otros Países	19,4	19.400

Fuente: Dirección Nacional de Alimentos, 2012.

Se puede apreciar que Bolivia importa una cantidad muy considerable de almidón de maíz, la cual es requerida por distintas industrias bolivianas como insumo para la elaboración de múltiples productos como por ejemplo cereales, fiambres y embutidos, pinturas, papel, industrias farmacéuticas.

[3] USTARROZ FERNANDO, Folleto: "*Maíz con Valor Agregado*", Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Córdoba; 2010.
[4] USTARROZ FERNANDO, Folleto: "*Maíz con Valor Agregado*", Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Córdoba; 2010.

En Bolivia no existen industrias que produzcan almidón de maíz. En el mercado nacional solo existen empresas que importan este producto, las cuales tan solo lo fraccionan, envasan y distribuyen bajo el nombre de maicena; entre estas se puede señalar: la empresa VENADO, MIKI y otras.

II.- OBJETIVOS

Objetivo General

- Realizar un estudio para determinar la factibilidad técnica y económica de una planta procesadora de almidón de maíz en el departamento de Tarija.

Objetivos Específicos

- Realizar el Estudio de Mercado de la Planta Procesadora de Almidón de Maíz en el departamento de Tarija.
- Determinar el Tamaño y Localización de la Planta Procesadora de Almidón de Maíz en el departamento de Tarija.
- Realizar la Ingeniería del proyecto de la Planta Procesadora de Almidón de Maíz para determinar las especificaciones de los equipos a utilizar, en base a la tecnología seleccionada.
- Analizar y Determinar los aspectos económicos (Inversión y Financiamiento) de la Planta Procesadora de Almidón de Maíz en el departamento de Tarija.
- Realizar la Evaluación Económica de la Planta Procesadora de Almidón de Maíz mediante los indicadores económicos VAN, TIR y B/C y un análisis de sensibilidad.
- Elaborar las conclusiones y recomendaciones del estudio de la Planta Procesadora de Almidón de Maíz en el departamento de Tarija.

III.- JUSTIFICACIÓN e IMPORTANCIA DEL PROYECTO DE UNA PLANTA PROCESADORA DE ALMIDÓN DE MAÍZ EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA

- A nivel *Económico,* se pretende disminuir la importación de almidón con el consiguiente ahorro de divisas, dado que no existe una planta de producción de almidón de maíz en el país; la totalidad de los requerimientos nacionales se satisfacen con productos importados del vecino país Argentina.
- Se sabe que alrededor de 12.450 toneladas son importadas anualmente, y aun se estima que alrededor de 2.000 toneladas entrarían al país como contrabando.
- Con el proyecto, se pretende cubrir una cierta proporción de la totalidad del producto requerido, tanto para uso doméstico como industrial; además se reducirá el precio del producto, debido a que se elimina el costo arancelario de importación, que se le agrega al precio real de venta.
- En el ámbito *Social,* se generan empleos y mercado intermedio que permitirá ampliar la frontera agrícola, para el fomento al cultivo de maíz Cubano Amarillo, por lo que se pretende habilitar nuevos espacios de tierra.
- En el ámbito *Ambiental*, en el diseño de la planta se incorporará *tecnologías limpias* a los procesos correspondientes para la elaboración del almidón de maíz, contribuyendo así a las características de sostenibilidad ambiental de acuerdo a las normas establecidas por el estado y el cumplimiento de la ley 1333.
- A nivel *Tecnológico,* se pretende buscar la mejor tecnología en el diseño de la planta para la innovación en los procesos y la obtención de altos rendimientos en la producción deseada.
- A nivel *Personal* cumplir con la currícula de carrera de Ingeniería Química y desarrollar habilidades para poder elaborar estudios de prefactibilidad en todos sus aspectos.

CAPÍTULO I

ESTUDIO DE MERCADO

1.1 GENERALIDADES

El estudio de mercado permite estimar con la máxima aproximación posible los parámetros de oferta y demanda, precios de materia prima, precios producto final, canales de distribución o comercialización, necesarios para sustentar las decisiones de mercado que se aplicarán en el proyecto, conjuntamente el análisis de la materia prima y la oferta actual en el mercado con el fin de justificar la demanda que aplacará el proyecto.

1.2 ESTRUCTURA DEL MERCADO DEL ALMIDÓN DE MAÍZ

El almidón de maíz, conocido en Bolivia con el nombre de maicena, es un producto obtenido del procesamiento de este cereal y considerado como importante para el consumo doméstico e industrial.

En la actualidad en el país no existen industrias que produzcan almidón de maíz, el estudio pretende analizar las posibilidades reales de la existencia de capacidad de producción, puesto que actualmente la totalidad de los requerimientos nacionales se satisfacen con productos importados. Estas importaciones llegan al país tanto en forma legal como por vía del contrabando.

1.2.1. A NIVEL NACIONAL

1.2.1.1. Importación de Almidón de Maíz en Bolivia

La carencia de una planta procesadora de almidón en el país, nos conduce a la dependencia de importar anualmente grandes cantidades de almidón de países vecinos.

En el mercado nacional solo existen empresas que importan este producto, las cuales tan solo lo fraccionan, envasan y distribuyen bajo el nombre de maicena; entre estas se puede señalar: la empresa UNILIVER Bolivia, VENADO, MIKI y personas naturales que realizan la importación de Mínima Cuantía.

El consumo de almidón de maíz tanto para uso doméstico como industrial, se ha ido incrementando en gran magnitud. *Según datos de la Aduana Nacional de Bolivia*, en el 2013 se importaron alrededor de 5.942 t/año.

Actualmente la importación de almidón de maíz se incrementó a 6.768 t/año, por lo que se puede apreciar una tasa de crecimiento del 13%.

Para muchos analistas, el fuerte crecimiento de las importaciones de almidón ha derivado en el crecimiento de la inflación por importaciones, por lo que se considera una amenaza para la economía de Bolivia[1].

La demanda del almidón de maíz se encuentra en su apogeo, ya que es muy requerido tanto para las industrias existentes como también para nuevos emprendimientos.

1.2.1.2. Mercado Consumidor

El almidón de maíz se usa como insumo de la industria complementaria o como producto para consumo final; por ello, se clasifica al mercado consumidor en dos segmentos que vendrían a ser: doméstico e industrial.

En el *ámbito doméstico*, aproximadamente el 10% del volumen importado es usado por las familias bolivianas para la alimentación de los niños y también en repostería.

En el *ámbito industrial*, alrededor del 90% del volumen importado es requerido como insumo para las procesadoras de alimentos y para las industrias textiles. Por ello existen diversas empresas que necesitan este producto, entre las que se puede indicar: Industrias Venado, Rosfim (fiambres y embutidos), Pil-Santa Cruz (lácteos), La Francesa (galletas y Pastas), El Progreso (galletas y pastas), Kupel (papel), Inaltex (textil), Grigotá (textil), y otras.

1.2.1.3. Mercado Competidor

En la ciudad de Santa Cruz existe una fábrica de almidón de yuca (INABOL), que actualmente vende su producto a empresas textiles y procesadoras de alimentos. A pesar de tener una capacidad instalada de producción de 900 t/año, debido a deficiencias en el aprovisionamiento de materia prima, la producción de INABOL es irregular y se reduce a 300 t/año. Por otro parte, en los alrededores de Santa Cruz,

[1] GUIDO AUGUSTO, Artículo: "*Mercados Agroalimentarios de Bolivia*", Seguridad Alimentaria; 2010.

específicamente en Valle Sánchez, existen organizaciones campesinas que en forma artesanal producen aproximadamente 15 t/año de almidón de yuca.

A continuación, en el Cuadro I-1, se señala un resumen de las empresas ya mencionadas que conforman la estructura del mercado en Bolivia.

CUADRO I- 1: ESTRUCTURA DEL MERCADO DEL ALMIDÓN A NIVEL NACIONAL

IMPORTACION	MERCADO CONSUMIDOR	MERCADO COMPETIDOR
- UNILEVER - VENADO - MIKI	- Ámbito Doméstico 10% - Ámbito Industriales 90%	- INABOL

Fuente: Elaboración Propia con datos del Artículo*:* Mercados Agroalimentarios de Bolivia", Seguridad Alimentaria; 2010.

1.2.2. A NIVEL LOCAL

Ante la situación anteriormente expuesta sobre la carencia de una planta procesadora de almidón de maíz, en nuestro departamento, al igual que el resto del país, solo existen distribuidores oficiales de las empresas importadoras, los cuales comercializan el producto a nivel mayorista abasteciendo los requerimientos de la población tarijeña.

1.3 DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

En Bolivia existe una infinidad de tipos de maíz, tanto híbridos, como variedades nativas o mejoradas, que se adaptan a las características de cada piso ecológico con cualidades propias y muy variadas que satisfacen los usos en el consumo humano, animal e industrial[2].

1.3.1. MAÍZ MOROCHO

El Morocho es un maíz andino semiduro con textura vítrea o cristalina, muy superficial. La planta es de altura media y de mazorcas grandes y medianas de forma

[2] ANA ISABEL ORTIZ; Revista *"Los maíces en la Seguridad Alimentaria de Bolivia";* Santa Cruz, Diciembre 2012.

cilíndrica, con 8 a 12 hileras y marlo delgado de color blanco y rojo, sus granos son medianos de forma redonda de color amarillo.[3]

Este tipo de maíz tiene una amplia difusión en los valles altos de Bolivia, esta variedad se la cultiva entre altitudes de 1.500 a 3.000 msnm. La difusión de este grano es extensa, tiene una mayor presencia en los valles andinos y, en especial, en los departamentos de Cochabamba y Chuquisaca.[4] El rendimiento del maíz Morocho es considerado aceptable, si se toma en cuenta el promedio de producción de 1,2 toneladas por hectárea en los valle andinos.

1.3.2. MAÍZ KULLI

El maíz Kulli es una variedad nativa perteneciente al Complejo Racial de los Maíces Harinosos de los valles templados; su característica más sobresaliente es el color morado oscuro de las mazorcas.

La planta del maíz Kulli es de altura media, con escaso número de hojas casi siempre muy antociánicas, el cual define el Pigmento que le da ese color característico de morado oscuro; las mazorcas son medianas o pequeñas de forma cónica, con 10 a 14 hileras de granos, estos son grandes de forma ovoide de color violeta intenso casi negro y de consistencia harinosa".[5]

Otro rasgo importante de la variedad es su mayor resistencia a periodos más prolongados de sequía, en comparación con otras variedades de maíz. Esta característica, a criterio de los productores, se convierte en un problema cuando hay periodos intensos de lluvias, por la disminución del rendimiento que repercute en los ingresos finales; además, es una variedad que necesita suelos con grados de fertilidad superiores en relación a otras variedades de maíz.[6]

[3] ANA ISABEL ORTIZ; Revista *"Los maíces en la Seguridad Alimentaria de Bolivia";* Santa Cruz, Diciembre 2012.
[4] ANA ISABEL ORTIZ; Revista *"Los maíces en la Seguridad Alimentaria de Bolivia";* Santa Cruz, Diciembre 2012.
[5] ANA ISABEL ORTIZ; Revista *"Los maíces en la Seguridad Alimentaria de Bolivia";* Santa Cruz, Diciembre 2012
[6] ANA ISABEL ORTIZ; Revista *"Los maíces en la Seguridad Alimentaria de Bolivia";* Santa Cruz, Diciembre 2012

Su distribución en Bolivia es muy amplia, aunque destacan los cultivos en el Departamento de Chuquisaca, en las provincias Zudañez y Tomina. Al respecto, el MACIA (2003) señala que "su área de distribución se encuentra en los valles de Cochabamba, norte de Chuquisaca, valles de Tarija, Saavedra de Potosi y Caballero de Santa Cruz. Se la cultiva entre altitudes de 2.000 a 3.400 msnm".[7]

1.3.3. MAÍZ PERLA

Esta variedad pertenece al Complejo Racial Nativo Perla. Se caracteriza por tener granos blancos de contextura semivítrea. Se cultiva con exclusividad en la macro-región del Chaco boliviano, donde las condiciones son muy complicadas para el desarrollo de cualquier cultivo; pero esta variedad nativa ha demostrado cierta adaptabilidad y resistencia, lo que le permite mantenerse vigente por muchas décadas.[8] El MACIA (2003) señala al respecto que *"en la macroecoregión del Chaco existen básicamente seis tipos de maíces que son usados de manera especial, estos son; el amarillo blando, el blanco blando, el perla blanco, el perla amarillo, el garrapata y el colorado".*

El maíz Perla destaca de forma principal en el Chaco del Departamento de Santa Cruz, en especial en los municipios de Camiri, Lagunillas y parte de Gutiérrez de la Provincia Cordillera; también se ha registrado su presencia en la zona de la Chiquitania.[9]

El maíz es el cultivo más importante de la región del Chaco. Según las estimaciones realizadas por el PMA (2011), entre el 70% y 90% de la tierra cultivable en esta zona estarían siendo utilizadas para la producción del cereal, y las variedades nativas, a pesar de la introducción de variedades mejoradas, siguen teniendo mucho protagonismo.[10]

---

[7] ANA ISABEL ORTIZ; Revista *"Los maíces en la Seguridad Alimentaria de Bolivia";* Santa Cruz, Diciembre 2012

[8] ANA ISABEL ORTIZ; Revista *"Los maíces en la Seguridad Alimentaria de Bolivia";* Santa Cruz, Diciembre 2012

[9] J. ALFARO; Articulo "*Maíces Bolivianos*": La Paz, Enero 2010.

[10] ANA ISABEL ORTIZ; Revista *"Los maíces en la Seguridad Alimentaria de Bolivia";* Santa Cruz, Diciembre 2012

Pese a este enorme protagonismo, el maíz Perla está siendo desplazado por la variedad Cubano Amarillo, por su mayor propensión a las plagas, la falta de molinos para procesado y la susceptibilidad de las plantas al acame o volcamiento de las raíces y tallos; además, la variedad se ha degenerado por la falta de programas de recuperación de estos materiales nativos.[11]

1.3.4. MAÍZ HUALTACO

Esta variedad es una de las más sobresalientes en la producción boliviana de maíz Blanco para el consumo humano; la producción más importante se concentra con exclusividad en los valles del Departamento de Cochabamba.

Destaca su buen sabor, su facilidad de cocción, la consistencia harinosa, la suavidad y el tamaño grande de los granos.[12]

Es de planta alta o mediana, las mazorcas son medianas de forma cilíndrico-cónica con 8 a 12 hileras de granos. Los granos son muy grandes de color blanco y de consistencia harinosa.[13]

Su área de distribución se encuentra principalmente en el Valle Alto y Central de Cochabamba. También existe en la provincia Zudáñez de Chuquisaca, con granos de menor tamaño, en La Paz al norte del Lago Titicaca y en la zona de Cotagaita de Potosí. Se la cultiva entre altitudes de 2.000 a 3.000 msnm.[14]

1.3.5. MAÍZ AMARILLO DURO "CUBANO AMARILLO"

Esta raza se caracteriza por sus mazorcas semi-cilíndricas de grano cristalino de color amarillo intenso a anaranjado. Más del 70% del grano está conformada por carbohidratos, el cual está presente como almidón, azúcar y fibra (en forma de celulosa).

Este tipo de maíz se ha generado a partir de una infinidad de variedades mejoradas e híbridos introducidos al país, en especial por el sector de medianos y grandes

[11] J. ALFARO; Artículo "*Maíces Bolivianos*": La Paz, Enero 2010.
[12] ANA ISABEL ORTIZ; Revista *"Los maíces en la Seguridad Alimentaria de Bolivia";* Santa Cruz, Diciembre 2012
[13] ANA ISABEL ORTIZ; Revista *"Los maíces en la Seguridad Alimentaria de Bolivia";* Santa Cruz, Diciembre 2012
[14] J. ALFARO; Artículo "*Maíces Bolivianos*": La Paz, Enero 2010.

productores. Actualmente, estos materiales predominan en la producción e inclusive se los obtiene de forma local incrementando los rendimientos con un buen manejo y condiciones climáticas adecuadas, obteniendo hasta 7 toneladas por hectárea[15]

Esta variedad es muy importante para el país, ya que representa el 70% de la superficie cultivada en el territorio nacional. Su distribución es muy amplia y se encuentra en todas las zonas productoras del país, como Tarija y Chuquisaca, aunque Santa Cruz es el más representativo, pues concentra más del 70% de la producción total. En este departamento, como en ningún otro, convergen la agricultura empresarial a gran escala con la agricultura familiar en las diferentes áreas de producción, sobre todo en el Norte Integrado, Este y Chaco; en estas regiones es común encontrar a productores cultivando más de 10 mil hectáreas y a los que trabajan con menos de 10.[16]

1.4 DESCRIPCIÓN DEL ALMIDÓN DE MAÍZ

1.4.1. Características Generales del Almidón de Maíz

El almidón de maíz, es un polisacárido de reserva alimenticia predominante en la semilla del maíz.

Los granos de almidón, o gránulos, contienen polímeros de glucosa de cadena larga y son insolubles en el agua. A diferencia de las moléculas pequeñas de sal o azúcar, los polímeros más largos de almidón no forman una solución verdadera.[17]

Cuando los gránulos se extraen y se secan, tienen la apariencia de un polvo blanco y presentan la propiedad de ser insolubles en agua fría. De forma general, presentan una composición química con bajos contenidos en proteínas, cenizas, lípidos y el resto lo conforma el almidón propiamente dicho. Estos constituyentes en muchas ocasiones definen ciertas propiedades funcionales, por lo cual, la estructura del almidón necesita ser estudiada a dos niveles distintos: 1) a nivel molecular, se refiere a la cantidad,

[15] ANA ISABEL ORTIZ; Revista *"Los maíces en la Seguridad Alimentaria de Bolivia";* Santa Cruz, Diciembre 2012
[16] M. PEREZ; Revista Digital CENIAP *"El Maíz Amarillo";* Venezuela, Diciembre 2004.
[17] BENNION M.; Libro "*Fundamento de la ciencia de los alimentos*", 1989.

estructura fina, forma y tamaño de las moléculas que lo conforman y 2) a nivel de estructura supermolecular del gránulo.[18]

El almidón se puede hidrolizar a glucosa y proporcionar al hombre la energía y la glucosa que son necesarias para que el cerebro y el sistema nervioso central funcionen; por lo que es considerado el carbohidrato más consumido por todos los seres humanos de todo el mundo.[19]

1.4.2. Usos y Aplicaciones del Almidón de Maíz

El almidón es una materia prima con un amplio campo de aplicaciones que van desde la impartición de textura y consistencia en alimentos hasta la manufactura de papel, adhesivos y empaques biodegradables. Generalmente es utilizado como ingrediente funcional (espesante, estabilizante y gelificante) en la industria alimentaria.

Sus usos son variados; a continuación se enlistan algunos de ellos:

- Industria Farmacéutica: Almidones simples y modificados para obleas, comprimidos y grageas.
- Industria Textil: Almidones para el engomado, apresto y espesante para estampados.
- Industria papelera: Para masas y adhesivos
- Industria Alimenticia: Se utiliza para espesar y engrosar preparaciones. En productos horneados, pan, dulces, aderezos para ensaladas, entre otros.

1.5 ANALISIS DE LA OFERTA DEL MAÍZ A NIVEL NACIONAL

1.5.1. Maíces Bolivianos

La situación de la producción maicera, al igual que la de otros rubros extensivos, es favorable y tiene una evolución positiva. En la figura I- 1 se observa que su valor prácticamente se triplicó en estas dos últimas décadas.

[18] COWIESON T.; Articulo "Caracterización *del Almidón de Maíz*", 2004.
[19] BENNION M.; Libro "*Fundamento de la ciencia de los alimentos*", 1989.

FIGURA I- 1: EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ GRANO EN BOLIVIA

1991- 2010



Fuente: Estadísticas Agropecuarias del INE, 2010

Se puede observar que pasó de un poco menos de 400 mil a más de un millón de toneladas. Esto representa un ritmo de crecimiento de los 5% anuales, pese a los altibajos de algunos años, provocados en especial por fenómenos climáticos adversos (El niño y La Niña).[20]

A continuación, en el Cuadro I- 2, se señala los cinco tipos de maíz que se producen en Bolivia indicando las zonas de mayor producción.

[20] Estadísticas Agropecuarias del INE

CUADRO Nº I- 2: ZONAS PRODUCTORAS DE MAÍZ EN BOLIVIA

TIPO DE MAÍZ	ZONA	DEPARTAMENTO
Morocho	Valle Alto (Independencia)	Cochabamba
Kulli	Valle Alto (Alcalá y Redención)	Chuquisaca
Perla	Chaco (Camiri y Lagunillas)	Santa Cruz
Hualtaco	Valle Alto (Cliza)	Cochabamba
Amarillo Duro "Cubano Amarillo"	San Julián y Tahiguati	Santa Cruz y Tarija

Fuente: Estadísticas Agropecuarias del INE, 2015.

Según el estudio realizado en el 2015 por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), los rendimientos de las distintas variedades de maíz, han aumentado considerablemente; este incremento se debe a la evolución de la superficie cultivada. En estas dos últimas décadas hubo un crecimiento del 41%, aunque en el 2011 la producción llegó a duplicarse; generalmente este crecimiento se ve influenciado por el apoyo gubernamental que se realiza hacia los productores de este cereal; a continuación, en el Cuadro I- 3 se muestra los rendimientos y la oferta de los maíces bolivianos disponibles a nivel nacional.

CUADRO I- 3.: RENDIMIENTO, OFERTA Y DESTINO DE LOS MAÍCES BOLIVIANOS

TIPO DE MAÍZ	Rendimiento Promedio (T/Ha)	Oferta Nacional (Tonelada)				Destino de la Producción	
		2010	2011	2012	2013	Autoconsumo (%)	Comercio o Trueque (%)
Morocho	1,14	940	1.720	2.506	4.558	70 a 50	30 a 50
Kulli	1,00	2.108	2.935	5.102	9.505	5 a 25	95 a 75
Perla	1,38	1.800	2.550	4.203	7.632	5 a 50	95 a 50
Hualtaco	1,00	1.157	1.346	1.834	3.551	20 a 40	80 a 60
Amarillo Duro "Cubano Amarillo"	2,51	172.540	330.054	552.951	837.072	1 a 5	99 a 95

Fuente: Elaboración Propia con datos Estadísticos Agropecuarios del INE, 2015.

Según los datos estadísticos brindados por el INE, se aprecia que la mayor parte de la superficie cultivada de maíz, corresponde al maíz amarillo duro conocido generalmente como "Cubano Amarillo", el cual es muy requerido por el sector avícola, lo que permite una buena alternativa comercial.

El trópico del país representa la mayor parte de la zona de producción de este tipo de maíz, el cual está concentrado en el área integrada del departamento de Santa Cruz,; le sigue en importancia la región subandina de Chuquisaca (Muyupampa) y Tarija (Entre Ríos).

En el cuadro I- 4, se presenta la producción, la superficie cultivada y los rendimientos de maíz grano en cada departamento, lo que permite corroborar la cantidad de materia prima existente en el país, según datos estadísticos obtenidos por el INE en el estudio realizado en la gestión 2015.

CUADRO I- 4: APORTE A LA PRODUCCIÓN NACIONAL DE MAÍZ "CUBANO AMARILLO", 2014.

DEPARTAMENTO	Superficie		Producción		Rendimiento
	ha	%	T	%	T/ha
Chuquisaca	69.035	20,7	107.885	12,9	2,6
La Paz	18.138	5,4	24.578	2,9	2,1
Cochabamba	33.364	10,0	45.807	5,5	2,2
Potosí	19.144	5,7	20.459	2,4	1,9
Tarija	36.750	11,0	62.842	7,5	2,9
Santa Cruz	143.500	43,0	552.200	66,0	4,2
Beni	9.013	2,7	15.006	1,8	3
Pando	4.873	1,5	8.295	1,0	3,1
TOTAL	**330.024**	**100**	**837.072**	**100**	**Promedio = 2,44**

Fuente: Elaboración Propia con datos del Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios (MACA) e I.N.E, 2014.

1.6. JUSTIFICACIÓN DE LA SELECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA DEL ALMIDÓN DE MAÍZ

Para la selección de la materia prima del almidón de maíz, se deben tomar en cuenta muchos factores, los cuales se basan principalmente en la cuantificación de la materia prima existente en el país, rendimiento de almidón presente en el grano y la ubicación de las zonas productoras de este cereal.

Considerando estos factores, se llega considerar como materia prima al maíz Amarillo duro "Cubano Amarillo", ya que es el más adecuado, considerando sus características en mayor rendimiento de almidón, mayor cantidad de superficie cultivada a nivel nacional ya que es el más representativo, pues concentra más del 70% de la producción total; a continuación, en el cuadro I- 5, se muestra datos relevantes acerca de estos factores.

CUADRO I- 5: DATOS GENERALES DEL MAÍZ AMARILLO DURO "CUBANO AMARILLO"

Tipo de Maíz	Principales Zonas Productoras	Superficie Cultivada (Ha)	Rendimiento Promedio (T/Ha)	Porcentaje de almidón en el Grano (%)	Oferta Nacional Gestión 2013 (T)
Amarillo Duro "Cubano Amarillo"	San Julián (Santa Cruz), Tahiguati (Tarija), Villa Redención (Sucre).	**333.817**	**2,51**	**71,5**	**837.072**

Fuente: Elaboración Propia con datos del Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios (MACA), 2014.

Ante lo expuesto, se respalda la decisión de utilizar como materia prima del almidón, al maíz Cubano Amarillo, con el cual se pretende satisfacer los requerimientos para su procesamiento.

1.7. ANALISIS DE LA OFERTA DEL MAIZ "CUBANO AMARILLO" EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA

Esta variedad es muy importante en nuestro departamento, ya que es muy cultivada dentro de las superficies destinadas para este tipo de cereal; es necesario mencionar que más del 50% de la producción es destinada para alimento directo de la ganadería.

Este tipo de maíz es más significativo para los productores desde el punto de vista económico, porque puede ocupar, según el caso, entre un segundo y cuarto lugar en la generación de sus ingresos o en la asignación de la tierra cultivable.

El maíz cubano amarillo se ha generado a partir de una infinidad de variedades mejoradas e híbridos introducidos al país, en especial por el sector de medianos y grandes productores. Actualmente, estos materiales predominan en la producción e inclusive se los obtiene de forma local incrementando los rendimientos con un buen manejo y condiciones climáticas adecuadas, obteniendo hasta 7 toneladas por hectáreas; el problema es su elevado precio y la necesidad de un paquete tecnológico de avanzada, para alcanzar los niveles de rendimiento deseado; a continuación, en el cuadro I-6, se muestra la cantidad de maíz cubano amarillo existente en el departamento.

CUADRO I- 6: OFERTA DEL MAÍZ "CUBANO AMARILLO" EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA

(Toneladas)

Principales Zonas Productoras	AÑO			
	2011	2012	2013	2014
Entre Ríos, Taiguati, y la zona de pie de monte de la región chaqueña de Tarija.	62.842	72.268	83.108	95.574

Fuente: Elaboración Propia con datos Estadísticos Agropecuarios del INE ,2015.

Se aprecia que el cultivo de maíz, en los últimos años aumentó considerablemente, debido a la existencia de ayuda económica por parte del Gobierno hacia este sector, por

lo que se incentiva al cultivo de este cereal; se debe mencionar que muchos agricultores sufrieron pérdidas significativas por los prolongados periodos de lluvia y el desborde de ríos aledaños.

1.8. ANALISIS DE LA OFERTA DEL ALMIDÓN DE MAÍZ

1.8.1. Producción Nacional

En el mercado nacional solo existen empresas que importan este producto a granel y tan solo fraccionan, envasan y distribuyen; como por ejemplo se puede indicar a la empresa "Venado", la cual comercializa el producto bajo la marca "maicena" en envases de 200, 400 y 800 g.

1.8.2. Importaciones Nacionales

La totalidad de los requerimientos nacionales se satisfacen con productos importados. Estas importaciones llegan al país tanto en forma legal como por vía del contrabando.

A continuación, en el Cuadro I- 7, se muestra los datos históricos de las importaciones legales del producto, conjuntamente se desglosa el país de procedencia.

CUADRO I-7: IMPORTACIÓN LEGAL NACIONAL DE ALMIDÓN DE MAÍZ

(Toneladas)

PAIS DE PROCEDENCIA	AÑO			
	2011	**2012**	**2013**	**2014**
Brasil	1.824	1.995	3.686	3.553
Argentina	1.642	1.941	1.265	579
Paraguay	0	0	157	926
Chile	200	151	371	710
Perú	0	0	463	1.000
TOTAL	**3.666**	**4.087**	**5.942**	**6.768**

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Aduana Nacional de Bolivia, 2015.

Los datos históricos de las importaciones a nivel nacional de almidón de maíz, se basa

en una recopilación de información presente en el Anexo A-1 brindado por la Aduana Nacional de Bolivia, la cual es el ente nacional encargado de facilitar y controlar el flujo internacional de mercancías.

Es necesario mencionar que la carencia en Bolivia de una industria que produzca almidón de maíz, constituye un gran problema, lo cual conduce a la dependencia de importar anualmente grandes cantidades de almidón.

1.8.3. Oferta de Almidón de maíz en el Departamento de Tarija

Observando las grandes cantidades de almidón de maíz que se importan a nivel nacional, es necesario realizar un análisis acerca de la oferta del producto existente en el departamento de Tarija; por ello, a continuación en el en el Cuadro I- 8, se detalla la cantidad de almidón importado legalmente, conjuntamente la que entra vía contrabando.

CUADRO I-8:
OFERTA DE ALMIDÓN DE MAÍZ EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA
(Toneladas)

AÑO	Importación legal	Contrabando 5% Aprox.	Total
2011	336	16	352
2012	346	17	363
2013	357	18	375
2014	367	19	386

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Aduana Nacional de Bolivia, 2015

Generalmente el almidón de maíz se lo obtiene de empresas nacionales que cuentan con sucursales autorizadas dentro del departamento; estas sucursales abastecen a los mayoristas, los cuales se encargan de distribuir al mercado minorista.

1.9. ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL MAÍZ CUBANO AMARILLO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA

En las comunidades indígenas del chaco tarijeño, el maíz es el componente principal de la dieta alimentaria; por lo que en comparación del sector urbano el consumo de este cereal es muy poco, esto se debe a que consumen una serie de productos ya elaborados y a que el consumo de maíz no tiene un ritmo constante o uniforme como el del arroz, la papa o el fideo.

Según estudios realizados en el año 2012, por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), el consumo per cápita anual de maíz, es aproximadamente 8,6 kilos por año.

En cuanto a la composición de la demanda en general en estos últimos años, el destino para el consumo humano es del 20% de la producción, por lo que el 80% de la producción total es destinada para el consumo animal; por lo que el sector avícola juega un rol muy importante al momento de analizar la demanda del maíz dentro del departamento. A continuación, en el cuadro I-9, se muestra la demanda de maíz de estos últimos 4 años.

CUADRO I-9:

DEMANDA DE MAÍZ CUBANO AMARILLO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA

(Toneladas)

DEMANDA TOTAL	AÑO			
	2011	**2012**	**2013**	**2014**
Consumo Humano	3.915	3.991	4.068	4.147
Consumo Animal	15.660	15.964	16.272	16.588
TOTAL	**19.575**	**19.955**	**20.340**	**20.735**

Fuente: Elaboración Propia con datos Estadísticos Agropecuarios del INE ,2015.

Años atrás el consumo humano era más significativo, en comparación del consumo animal; este cambio brusco de la demanda en estos últimos años se debió al aumento de la producción y consumo de la carne de pollo y huevo.

1.10. ANALISIS DE LA DEMANDA DEL ALMIDÓN DE MAÍZ EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA

El almidón de maíz se usa como insumo de la industria complementaria o como producto para consumo final; por ello, se clasifica al mercado consumidor en dos segmentos que vendría a ser: doméstico e industrial.

Debido a que en el departamento no existe información relativa al consumo del producto, para inferir los volúmenes consumidos se han realizado algunas entrevistas a empresarios y consumidores. Seguidamente se presentan las observaciones resultantes de tales entrevistas.

Consumo Doméstico

Para estimar el consumo doméstico se ha realizado en forma no aleatoria una serie de entrevistas a amas de casa pertenecientes a las diferentes categorías de ingresos (bajos, medios y altos) de la ciudad de Tarija. En estas entrevistas se pudo conocer que una familia consume entre 3 a 7 kg del producto anualmente. El consumo de almidón de maíz es relativamente mayor entre las familias de ingresos bajos y altos, debido a que las primeras lo usan en la alimentación de sus hijos menores y las segundas en repostería.

Las familias de ingresos medios emplean el producto principalmente en repostería pero también como absorbente (en la sustitución del talco).

Observando lo expuesto anteriormente se considera que en el ámbito doméstico, aproximadamente el 20% del volumen importado, es usado por las familias bolivianas para la alimentación de los niños y también en repostería.

Consumo Industrial

En el ámbito industrial, alrededor del 80% del volumen importado es requerido como insumo para las procesadoras de alimentos y otras. Por ello existen diversas empresas que necesitan este producto; a continuación, en el cuadro I-10, se detalla los volúmenes de almidón de maíz consumidos por diversas empresas ubicadas en el departamento de Tarija, de acuerdo a información proporcionada por cada una de ellas.

CUADRO I-10: CONSUMO INDUSTRIAL
DE ALMIDÓN DE MAÍZ EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA
(Toneladas)

Nombre de la Empresa	AÑO			
	2011	2012	2013	2014
Industria de Alimentos Rubal	54,50	57,20	61,06	67,85
Fagal SRL- MABEL'S	63,20	67,35	71,50	74,05
Industria Lamor	45,00	48,15	52,30	55,40
Industria Royal	35,15	38,00	42,05	46,00
Industria San Gabriel- Soalpro SRL	91,00	93,55	97,00	102,00
Procesadora de Alimentos Infelac	31,00	34,50	38,00	41,05
Pil Tarija	45,00	48,00	52,25	56,00
Consumo TOTAL	**364,85**	**386,75**	**414,16**	**442,35**

Fuente: Elaboración Propia con datos de entrevistas, 2015.

La demanda del almidón de maíz se encuentra en su apogeo, ya que es muy requerido tanto para las industrias existentes como también para nuevos emprendimientos.

A continuación, en el cuadro I-11, se observa el consumo total de almidón de maíz en estos últimos años, en el cual se detalla el consumo doméstico y el consumo industrial.

CUADRO I-11
CONSUMO DE ALMIDÓN DE MAÍZ EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA
(Toneladas)

AÑO	Consumo Doméstico	Consumo Industrial	CONSUMO TOTAL
2011	92	364.85	457
2012	97	386.75	484
2013	103	414.16	517
2014	109	442.35	551

Fuente: Elaboración Propia con datos estadísticos del INE y entrevistas, 2015

El consumo de almidón de maíz tanto para uso doméstico como industrial, se ha ido incrementando en gran magnitud. Actualmente se aprecia una tasa de crecimiento del 6%.

1.11. DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DEL MERCADO

El mercado nacional para el almidón de maíz predomina en el eje central de La Paz, Santa Cruz y Cochabamba, siendo estos los departamentos más potenciales en el consumo directo e indirecto de este producto, esto se puede remarcar debido a que existen varias empresas constituidas dentro de estos departamentos, los cuales requieren el almidón como insumo para la elaboración de posteriores productos.

Tarija

La ciudad de Tarija se constituye en la capital de departamento, la misma que se encuentra a 1866 msnm; el departamento de Tarija limita al norte con el departamento de Chuquisaca, al sur con la República Argentina, al este con la República del Paraguay y al oeste con los departamentos de Potosí y Chuquisaca. El departamento cuenta con

seis provincias y once secciones municipales. Posee una extensión territorial de 37623 km^2 de superficie.

El comercio de almidón de maíz en el departamento, se basa primordialmente en agencias oficiales de empresas nacionales que importan el producto, estas sucursales son las encargadas de distribuir el producto en menores cantidades.

1.12. POLÍTICAS DE COMERCIALIZACIÓN

Las políticas de comercialización vigentes en el país son las descritas por la norma boliviana NB/TS 22002-1:2010, la cual establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano; por ello satisface los requerimientos de sanidad que requiere el SENASAG (Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria) para la comercialización dentro del país.

1.12.1. Comercialización del Almidón de Maíz en el Departamento de Tarija

En la comercialización del almidón de maíz en el departamento intervienen las empresas importadoras de este producto, distribuidores o agencias oficiales y empresas transformadoras de alimentos, que lo utilizan como aditivo. A continuación detallamos algunas características de los agentes responsables de la comercialización.

Canales

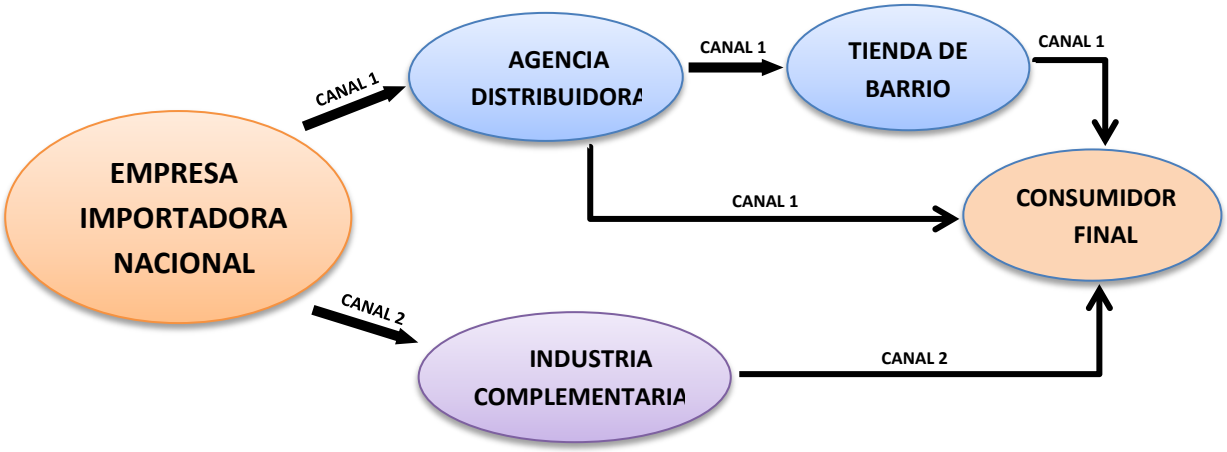
El canal de comercialización más utilizado es **la Empresa Importadora Nacional – Agencia Distribuidora – Tiendas de Barrio o consumidor Final;** en este canal la agencia distribuidora lleva a cabo las actividades de distribución del producto a nivel mayorista, publicidad y promoción, concesión de crédito a compradores, etc. Este canal permite un mejor margen de ganancias y negocios más atractivos.

También se puede mencionar que existe otro canal que involucra a la **Empresa Importadora Nacional - Industria Complementaria**; en este canal se realiza en forma directa la distribución del almidón a las Industrias que lo requieren como aditivo, esto ocurre a través de contratos anuales que se realizan.

A continuación, en la figura I-2, se detalla ambos canales de distribución.

FIGURA I-2: CANALES DE COMERCIALIZACIÓN

DEL ALMIDÓN DE MAÍZ EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA



Fuente: Elaboración Propia

1.13. ANÁLISIS DE PRECIOS

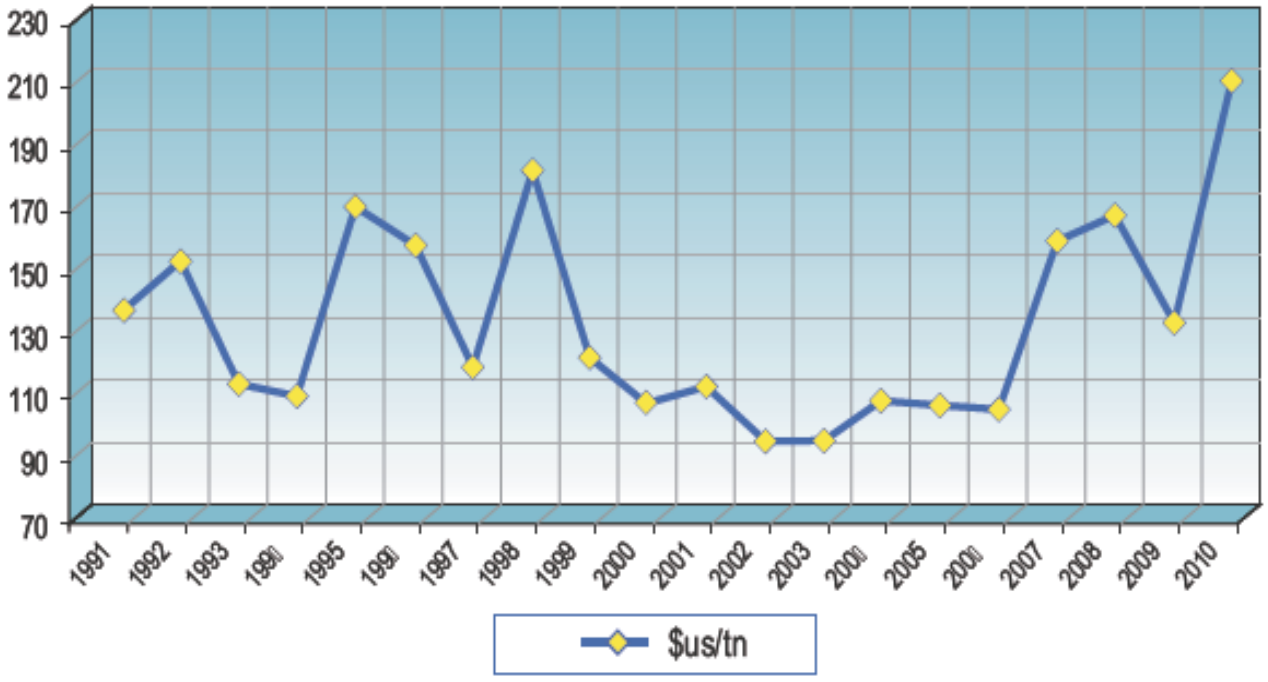
1.13.1. Análisis de Precio de la Materia Prima

Lamentablemente, se carece en el país de información sobre los precios del maíz Amarillo Duro "Cubano Amarillo" a nivel nacional, solo existen datos del precio final de algunos productos elaborados y, en general, se desconocen los datos históricos de precios del productor. Esto dificulta el análisis sobre el efecto de la intermediación en los precios finales para el consumidor. En el caso de otros maíces, el panorama es aún más complicado; se desconocen referencias sobre sus precios, oferta y demanda, ya que la atención actual está centrada en el maíz Amarillo Duro, por su alta importancia en la alimentación humana a través del consumo de pollo.

En la Figura I-3, se desglosa el comportamiento de los precios del maíz Amarillo Duro para el Departamento de Santa Cruz; estos precios corresponden a los productores y se los toma en cuenta porque ellos marcan la tendencia en el resto del país, al ser los principales proveedores de este grano (como se recordará, aportan con más del 60% a la producción nacional). Se observa que los precios son muy inestables de un año a otro, aunque en el periodo 2000- 2006 presentan una menor variación y se mantienen por

debajo de los 110 dólares la tonelada[21]; en los años siguientes presentan una tendencia al alza, llegando en 2010 a su pico más alto o histórico de las dos últimas décadas (210 dólares la tonelada). Al relacionar estos datos con los de la producción, hasta el año 2000 los precios no se movieron al ritmo de la producción y esta relación empeoró en el periodo 2000 a 2006. Esto permite inferir que no fue solamente el aumento de la producción el causante del derrumbe de los precios en estos años, sino más bien pudieron ser otros factores como el contrabando y la especulación.

FIGURA I-3: EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS DEL MAÍZ "CUBANO AMARILLO"



Fuente: CAO, 2010

A partir de 2007, la relación entre los precios y la producción es más alta y podríamos concluir que el alza registrada en esta gestión estuvo muy influenciada por el comportamiento de la producción. En 2007, cuando la producción bajó, los precios subieron pero en 2008, pese a la buena producción obtenida los precios no bajaron y más bien continuaron con su tendencia al alza. En 2009 los precios sí bajaron, aunque no volvieron a los niveles anteriores, a pesar de la excelente producción; en 2010

[21] Esto significa entre 25 a 35 Bs/qq.

vuelven a subir por la reducción de la producción en un 40%. Esto provocó la atención nacional de las autoridades que buscaron alternativas de solución a estos problemas de abastecimiento interno.

A continuación, en el cuadro I-12, se puede observar la diferencia en el precio del productor y el precio del primer distribuidor. En 2011 y 2012, la diferencia entre estos dos actores no varía mucho y se mantiene en alrededor de 8 Bs/qq. En 2013, esta diferencia se acorta en un 40%; esto demuestra que el alza de los precios afectó a todos los agentes comerciales.

CUADRO I-12: DIFERENCIA DE LOS PRECIOS DEL MAÍZ "CUBANO AMARILLO"

Año	Productor (Bs/qq)	Distribuidor (Bs/qq)	Diferencia (Bs/qq)
2011	52,6	60,7	8,1
2012	40,7	48,6	7,9
2013	67,1	72,0	4,9

Fuente: Elaboración Propia en base a datos de la CAO, 2014

Ante lo expuesto, se aprecia que los productores, si bien pueden percibir un mejor precio, tienen un menor volumen para ofertar; los distribuidores, en cambio, necesitan mayor capital para cubrir sus compras; además, los precios altos generan un movimiento más lento de las ventas y los consumidores (criadores de aves o transformadores) tratan de comprar de forma directa de los productores para abaratar sus costos. Por esto, los distribuidores, en especial los más pequeños, deben bajar sus precios finales para poder competir.

1.13.2. Análisis de Precio del Almidón de Maíz

Para el análisis de precio del almidón de maíz en el departamento, se debe tomar en cuenta muchos factores que intervienen para la adquisición del producto hacia el

consumidor final, ya que el mercado solo se satisface de producto importado; por ello a continuación, en el cuadro I-13, se detalla los precios y márgenes de su comercialización.

CUADRO I-13: PRECIOS Y MÁRGENES DE COMERCIALIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE MAÍZ EN LA CIUDAD DE TARIJA

CONCEPTO	Monto Bs. (caja de 12 Kg)
Precio de Fábrica FOB (Brasil)	58,10
Gastos de Transporte (Flete 5%), seguro e internación al país (2%)	4,13
Precio de C.I.F. (precio FOB + Flete y seguro)	62,23
G.A. (10%) + impuesto IVA (14,94%)	15,52
Precio Puesto en el País – Empresa Importadora	77,75
Margen Bruto de la empresa Importadora	93,30
Precio Mayorista puesto en la ciudad de Tarija	171,05
Margen Bruto Minorista	68,42
PRECIO AL CONSUMIDOR	**239,50.-**

Fuente: Elaboración Propia en base a datos proporcionados por la Aduana Nacional, entrevistas a supervisores de agencias.

Se puede mencionar que el precio del producto disponible en el mercado es de 20 Bs/Kg, el cual cuenta con una serie de incrementos por tratarse de un producto importado.

1.14. PROYECCIONES

Las proyecciones se desarrollan mediante el uso del teorema de regresión lineal o mínimos cuadrados, las siguientes ecuaciones responden a este teorema:

Fórmula general

$$Ye = a + b(X) \qquad \text{Ecuación I-1}$$

Aplicando regresión lineal obtenemos las ecuaciones de las Variables

$$a = \frac{(\sum Y)*(\sum X^2)-(\sum X)*(\sum XY)}{n(\sum X^2)-(\sum X)^2} \qquad \text{Ecuación I-2}$$

$$b = \frac{n(\sum XY)-(\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2)-(\sum X)^2} \qquad \text{Ecuación I-3}$$

1.14.1. Análisis del maíz "Cubano Amarillo"

A continuación, se desarrolla el análisis de la demanda y oferta del maíz cubano amarillo.

1.14.1.1 Análisis de la Demanda de maíz en Tarija

CUADRO I-14:

ANÁLISIS DE LA DEMANDA EN TARIJA

AÑO	Tiempo X	Demanda Y	X^2	Y^2	XY	Ecuación de estimación Ye=a + b(X)
2013	1	19.575	1	383.180.625	19.575	19.572
2014	2	19.955	4	398.202.025	39.910	19.958
2015	3	20.340	9	413.715.600	61.020	20.345
2016	4	20.735	16	429.940.225	82.940	20.731
sumatoria Σ	10	80.605	30	1.625.038.475	203.445	

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO I-15
VALORES DE LAS VARIABLES

Variable	Dato
a	19.185
b	386,5

Fuente: Elaboración propia

1.14.1.2 Análisis Oferta de maíz en Tarija

CUADRO I-16

ANÁLISIS OFERTA EN TARIJA

AÑO	Tiempo X	Oferta Y	X^2	Y^2	XY	Ecuación de estimación Ye=a + b(X)
2013	1	62.842	1	3.949.116.964	62.842	62.093
2014	2	72.268	4	5.222.663.824	144.536	72.996
2015	3	83.108	9	6.906.939.664	249.324	83.900
2016	4	95.574	16	9.134.389.476	382.296	94.803
sumatoria Σ	10	313.792	30	$2.521310993e^{10}$	838.998	

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO I-17

VALORES DE LAS VARIABLES

Variable	Dato
a	51.189
b	10.903,6

Fuente: Elaboración propia

1.14.1.3 Resultados

Basándose en los datos de los Cuadros anteriores se realizó la proyección de oferta y demanda a 10 años desde el año 2017 al año 2027; los resultados de las proyecciones se muestran en el siguiente Cuadro I-18:

CUADRO I-18

PROYECCIONES DE OFERTA Y DEMANDA DE MAÍZ

Número	Año	Demanda (t/Año)	Oferta (t/año)
0	**2017**	21.118	105.707
1	**2018**	21.504	116.611
2	**2019**	21.891	127.514
3	**2020**	22.277	138.418
4	**2021**	22.664	149.321
5	**2022**	23.050	160.225
6	**2023**	23.437	171.129
7	**2024**	23.823	182.032
8	**2025**	24.210	192.936
9	**2026**	24.596	203.839
10	**2027**	24.983	214.743

Fuente: Elaboración propia.

1.14.2. Análisis del Almidón de Maíz

A continuación se desarrolla el análisis de la demanda y oferta del almidón de maíz.

1.14.2.1 Análisis de la Demanda de Almidón de Maíz en Tarija

CUADRO I-19: ANÁLISIS DE LA DEMANDA

AÑO	Tiempo X	Demanda Y	X^2	Y^2	XY	Ecuación de estimación Ye=a + b(X)
2013	1	457	1	208.849	457	455
2014	2	484	4	234.256	968	486,5
2015	3	517	9	267.289	1.551	518
2016	4	551	16	303.601	2.204	549,5
sumatoria Σ	10	2009	30	1.013.995	5.180	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro I-20: Valores de las variables

Variable	Dato
a	423,5
b	31,5

Fuente: Elaboración propia

1.14.2.2 Análisis Oferta de Almidón de Maíz en Tarija

CUADRO I-21: ANÁLISIS OFERTA EN TARIJA

AÑO	Tiempo X	Oferta Y	X^2	Y^2	XY	Ecuación de estimación Ye=a + b(X)
2013	1	352	1	123.904	352	352
2014	2	363	4	131.769	726	363
2015	3	375	9	140.625	1.125	375
2016	4	386	16	148.996	1.544	386
sumatoria Σ	10	1.476	30	545.294	3.747	

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO I-22

VALORES DE LAS VARIABLES

Variable	Dato
a	340,5
b	11,4

Fuente: Elaboración propia

1.14.2.3 Resultados

Basándose en los datos de los Cuadros anteriores se realizó la proyección de oferta y demanda a 10 años desde el año 2017 al año 2027; los resultados de las proyecciones se muestran en el siguiente Cuadro I-23:

CUADRO I-23

PROYECCIONES DE OFERTA Y DEMANDA DEL ALMIDÓN DE MAÍZ

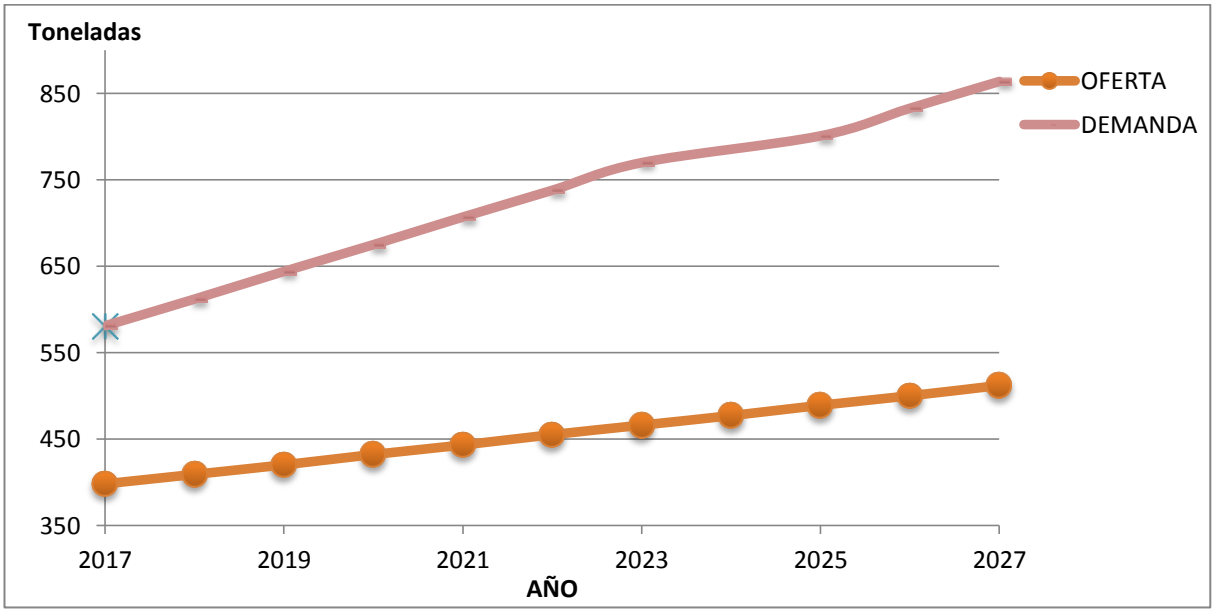
Número	Año	Demanda (T/Año)	Oferta (T/año)
0	**2017**	581	398
1	**2018**	612,5	409
2	**2019**	644	420
3	**2020**	675,5	432
4	**2021**	707	443
5	**2022**	738,5	455
6	**2023**	770	466
7	**2024**	801,5	477
8	**2025**	833	489
9	**2026**	864,5	500
10	**2027**	896	512

Fuente: Elaboración propia.

Estos datos se pueden observar mejor en el siguiente gráfico I-1.

GRÁFICO I-1

DEMANDA Y OFERTA PROYECCIONES



Con estos datos y tomando solo en cuenta la demanda y oferta total se puede hacer la evaluación de demanda insatisfecha proyectada descrita en el Cuadro I-24.

CUADRO I-24: ESTIMACIÓN DE DEMANDA INSATISFECHA

Número	Año	Demanda (T/año)	Oferta (T/año)	Demanda insatisfecha (T/año)
0	**2017**	581	398	183
1	**2018**	612,5	409	203,5
2	**2019**	644	420	224
3	**2020**	675,5	432	243,5
4	**2021**	707	443	264
5	**2022**	738,5	455	283,5
6	**2023**	770	466	304
7	**2024**	801,5	477	324,5
8	**2025**	833	489	344
9	**2026**	864,5	500	364,5
10	**2027**	896	512	384

Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO II
TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN

2.1. TAMAÑO DEL PROYECTO

El tamaño del proyecto está relacionado con la capacidad de producción, que se maneja durante el periodo de funcionamiento. Se define como la capacidad misma al número de unidades que se pueden producir en un día, mes o año, dependiendo del tipo de proyecto que se está elaborando.

Por ello, en la determinación del tamaño de la planta, se deben de considerar los siguientes elementos: la demanda actual y su comportamiento previo, las proyecciones de demanda, la oferta, materia prima existente.

a) Ciclo de vida del proyecto

Vida total del proyecto (desde la instalación) 11 años.

Periodo de instalación 1 año referente al 2016 estableciendo la etapa de funcionamiento el año 2017.

Etapa de funcionamiento 10 años, alcanzando la capacidad máxima de producción en el lapso de 10 años comprendidos los años 2017 al 2027.

- Etapa de transición a capacidad máxima de producción 4 años.
- Etapa constante de producción a partir del cuarto año.
- El proyecto además tendrá un periodo de funcionamiento anual de 249 días hábiles (Lunes a Viernes) entre almacenamiento y venta de producto; estos días de trabajo se los considera descontando los fines de semana y días feriados existentes durante el año.

2.1.1 Tamaño y materias primas

Al mencionar el tamaño de la planta es necesario considerar la materia prima existente para el proyecto, por ello se analizó la producción total de maíz cubano amarillo en el departamento tomando como referente los datos Estadísticos Agropecuarios del INE que especifican la producción promedio de los cultivos en una superficie alrededor de 32.957 Ha plantadas con maíz cubano amarillo, los cuales generan el Cuadro II-1 descrito a continuación:

CUADRO II-1

PRODUCCIÓN DE MAÍZ CUBANO AMARILLO EN TARIJA

Tipo de Maíz	Superficie cultivada (*Ha)*	Rendimiento Promedio (Ton/Ha)	Producción (t/año)
Cubano Amarillo	32.957	2,9	95.574

Fuente: Elaboración propia con datos Estadísticos Agropecuarios del INE y (MACA), 2015.

Con lo expuesto en el cuadro anterior, se verifica la existencia de materia prima en el departamento para el comercio en el mercado local o para el mercado del interior del país, esto sin tomar en cuenta las variables que intervienen en el momento del cultivo y cosecha del maíz, como ser condiciones climáticas, problemas de transporte, problemas sociales, etc.

Una vez realizado el análisis de la producción, es muy necesario tener una fecha aproximada de la disponibilidad de la materia prima, por lo que a continuación, en el Cuadro II-2, se muestra las etapas de producción de este cereal.

CUADRO II-2

ACTIVIDADES DESARROLLADAS PARA LA PRODUCCIÓN DEL MAÍZ CUBANO AMARILLO

Actividad	Descripción	Época
Preparación del Terreno	Quemado y chalfreado	Agosto- Octubre
Siembra	Con matraca	Octubre
Labores Culturales	1º Carpida y 1º aplicación de herbicidas. 1º Aplicación de insecticidas	Noviembre Enero
Cosecha y Manipuleo	Secado de las mazorcas	Marzo
Comercialización	Desgranado, embolsado y almacenado.	Marzo- Agosto

Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas a productores, 2015.

Al observar la producción y la época de la cosecha de este cereal, se puede mencionar que la planta procesadora del proyecto, por lo general deberá abastecerse de materia prima en una

época específica, por lo que es necesario cuantificar la materia prima diaria existente para la producción, por ello este dato se presenta a continuación en el Cuadro II- 3.

CUADRO II-3

DISPONIBILIDAD DE MAÍZ CUBANO AMARILLO POR DÍA

Producción Aprox. de maíz (TM/Año)	Días de Trabajo Aprox. de la planta procesadora	Cantidad Aprox. de maíz (TM/día)
95.574	249	384

Fuente: Elaboración propia.

Los datos expuestos en el Cuadro II-3, permiten observar aproximadamente la cantidad de materia prima con la que puede contar diariamente para la producción de almidón, considerando un periodo de 249 días del funcionamiento de la planta anualmente.

2.1.2. Tamaño y mercado consumidor

Analizando los Cuadros I-22 y I-23, se puede evaluar la demanda y oferta del almidón de maíz proyectada a 10 años con lo que se evidencia que la demanda es mayor a la oferta.

De acuerdo a los datos del estudio de mercado y las estimaciones realizadas acerca de la disponibilidad de materia prima es posible definir la capacidad que el proyecto pretende satisfacer; este valor es el 50% de la ***demanda*** **(450 toneladas)** por las siguientes razones:

- Los proyectos que no cuentan con referentes de empresas similares en el mercado local, su capacidad no debe sobrepasar el 50 % de la demanda en el mercado, de forma que se pueda manejar la producción sin riesgo de sobredimensionar la capacidad.[22]
- Al definir una capacidad del 50% de la demanda, por lo que se trataría alrededor de **450 toneladas/año** y si tomamos en cuenta la cantidad de materia prima requerida para la producción, sería alrededor de 726 toneladas/año, lo que significaría que se requiere aproximadamente el 0,4% de la producción total de maíz, por lo cual no se afectaría la seguridad alimentaria de este cereal en el departamento, ni mucho menos el comercio como alimento para animales; mas al contrario, significaría una opción más para su comercialización.
- Finalmente, se puede mencionar que con la producción de la planta se pretende sustituir el 50% del volumen importado, y lo más importante para los consumidores es el precio reducido de

[22] NELSON CASTRO VEGA; Guía "Análisis de mercadeo para empresas manufactureras" Universidad Javeriana; Bogotá, Diciembre de 2007.

compra que tendrá en el mercado boliviano, debido a que se evitara el valor agregado del costo arancelario de importación y el costo de transporte e internación al país.

- Además se cubrirá al menos la demanda Insastifecha y un pequeño porcentaje de la demanda total.

Por otra parte, la planta tendrá capacidad para satisfacer el crecimiento vegetativo de la demanda. Por lo que la planta deberá comenzar trabajando a un 60% de su capacidad, para llegar al 90% en su tercer año de funcionamiento.

2.2. JUSTIFICACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN

La selección del lugar preciso para la instalación de la planta procesadora de almidón de maíz, debe ser evaluada por un método cualitativo adecuado, mediante el uso de alternativas y asignación de valores ponderables, que estén de acuerdo con la relevancia atribuida.

La suma de las calificaciones de las alternativas permitirá seleccionar la localización más apropiada, para tal hecho se analiza la macro y micro localización y los factores determinantes a tomar en cuenta.

2.2.1 Macrolocalización

Uno de los factores primordiales de los proyecto es la localización del mismos, determinando la localización geográfica exacta donde el proyecto se instalará: departamento, provincia, y zona; de esto se obtiene mayor información relevante para el proyecto como el costo de transporte de materia primas, insumos, etc.; dicha ubicación debe satisfacer las necesidades generadas por el proyecto y debe obtener mayores beneficios económicos en referencia a otras alternativas.

2.2.2 Microlocalización

La microlocalización es la elección precisa del terreno tomando en cuenta los factores determinantes que influyen en esta elección.

2.2.3 Factores Determinantes

Son los elementos variables que pueden tener alguna influencia en la elección de la localización del proyecto.

2.2.3.1 Terreno

La planta procesadora deberá estar situada en un lugar sano, es decir sin otras industrias en sus

proximidades que, por su peculiar producción, desprendan abundantes humos a través de chimeneas y otros escapes, y en el que no se produzcan, a causa del viento, frecuentes levantamientos de polvo o arenilla del suelo que pudiera depositarse en las partes abiertas de los equipos, alterando de este modo el producto en fase de fabricación.

También es importante procurar la instalación de la factoría en lugares donde no existan aguas residuales, procedentes de otras industrias, a objeto de evitar eventuales filtraciones, así como la posible contaminación del agua potable que haya de ser empleada en la fabricación del almidón de maíz.

La planta debe tener un terreno idóneo; al ser una planta procesadora es recomendable un terreno sin desniveles para la mejor manipulación de materia prima y maquinaria requerida, la extensión necesaria por las características del proyecto se estima en una hectárea.

2.2.3.2 Precio del Terreno

Entre las variables más importantes está el precio del terreno que generalmente está en referencia a los servicios a los que tiene acceso, vías de accesos a la planta, acceso a energía eléctrica y agua, la localización en determinadas zonas; sin estos factores pueden determinar la paralización del proyecto.

2.2.3.3 Servicios Básicos

En los servicios básicos se analizó las necesidades fundamentales agua y energía eléctrica; respecto del agua que haya de ser empleada en la producción, interesa en extremo que posea las siguientes características: potabilidad a toda prueba, carencia de iones metálicos, especialmente de hierro, con un contenido mínimo de sales cálcicas.

Del mismo modo, y a causa del elevado consumo de agua que se requiere para la fabricación de almidón de maíz en escala industrial, en producción de 8.654 kg por semana, lo que requiere unos 114.047 l aproximadamente, por lo que se debe procurar que la fábrica se proyecte en algún lugar de abundante agua potable y de las particularidades anteriormente reseñadas.

La energía eléctrica es fundamental para el proceso, siendo necesario contar con un sistema trifásico de energía, para el funcionamiento de los equipos de la planta y servicios adicionales, además que la zona debe contar con historial de suministro continuo de energía o tener la

confianza que el suministro sea lo más estable posible para evitar problemas de operación en el funcionamiento de la planta.

Las tarifas de servicios básicos generalmente tienden a variar siendo la tarifa industrial distinta a la tarifa básica general, para ello en este punto se evalúa los datos de las tarifas vigentes para los servicios de agua, luz y gas natural, aunque este último no es de relevancia para el proceso por lo que se lo contempla como fuente energética para evitar algún inconveniente futuro.

2.2.3.4 Costo de Transporte de Materia Prima

Según el Ministerio de Transporte de Bolivia el costo promedio actual del flete para el transporte en territorio nacional de productos en general, que no requieran condiciones especiales, como el maíz, hortalizas, frutas frescas, madera, etc., es de unos US$ 0,04/Km./t.

2.2.3.5 Precio de Transporte de Producto Final

La distancia del mercado se refleja en el costo de transporte por tonelada de producto; al tener el proyecto un mercado local amplio se pretende usar el servicio propio de transporte para evitar gastos económicos adicionales de consideración.

2. 3 ELECCIÓN DE LA LOCALIZACIÓN

2.3.1 Ponderación de peso relativo

De acuerdo al grado de importancia de los factores considerados, se asigna la puntuación correspondiente, determinando el valor ponderado de peso relativo de cada uno de ellos, expresados a continuación en el Cuadro II-4:

CUADRO II-4: VALORES PONDERADOS DE PESO RELATIVO

Factor	Puntos	Peso Relativo
Terreno	10	0,15
Agua	7	0,12
Electricidad	9	0,14
Transporte de materia prima	6	0,11
Transporte de producto	5	0,1
Disponibilidad de mano de obra	8	0,12
Disponibilidad de centro de salud	6	0.05
Eliminación de desechos	7	0,11
Empresas sustitutas	7	0,1
	65	**1,00**

2.3.2 Escala de calificación

En la evaluación se optó por una calificación de 0 a 10 puntos para los factores que se consideran en la localización.

2.3.3 Alternativas de localización

Como es usual se ha planteado tres alternativas a considerar para la localización de la planta, dichas alternativas son:

a) Villamontes b) Entre Ríos c) Tarija ciudad

2.3.4 Calificación de alternativas

Analizando los valores de calificación y los factores que son considerados para el proyecto, se califica las tres alternativas y se presenta los resultados en el siguiente Cuadro II- 5.

CUADRO II-5: CALIFICACIÓN DE FACTORES DE LOCALIZACIÓN

Factor	Villamontes		Entre Ríos		Tarija ciudad- Zona El Portillo	
	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
Terreno	10	1,5	10	1,5	10	1,5
Agua	3	0,36	4	0,48	7	0,84
Electricidad	9	1,26	7	0,98	9	1,26
Transporte de materia prima	6	0,66	5	0,55	5	0,55
Transporte de producto	5	0,5	5	0,5	6	0,6
Disponibilidad de mano de obras	6	0,72	6	0,72	8	0,96
Disponibilidad de centro de salud	4	0,2	4	0,2	6	0,3
Eliminación de desechos	5	0,55	5	0,55	6	0,66
Empresas sustitutas	1	0,1	1	0,1	1	0,1
		5,85		5,58		**6,77**

Fuente: Elaboración Propia.

Con el resultado del cuadro II-5, se define que la mejor opción de localización es Tarija ciudad que reúne 6,77 puntos, siendo mayor a las otras alternativas por lo cual se determina instalar la planta procesadora de almidón de maíz en dicha localidad.

2.4 DESCRIPCIÓN DE LOS FACTORES DE LA ALTERNATIVA

El Portillo, está ubicado en la ciudad de Tarija, mas propiamente en el Km.8 carretera al Chaco, latitud sud 21°33'56.49", longitud Oeste 64°40'6.29" y una altura 1957 m/s/n/m según datos del SENAMHI. Los datos climáticos son los siguientes:

CUADRO II-6: DATOS CLIMÁTICOS DE LA CIUDAD DE TARIJA- ZONA EL PORTILLO Km. 8

	Temperatura			Humedad relativa media (%)
	Mínima media (ºC)	Máxima media (ºC)	Media (ºC)	
Media	9,7	28	19	63

Fuente: Centro Meteorológico SENAMHI, 2014.

El Portillo está ubicado aproximadamente a 11 kilómetros del centro de la ciudad, por lo que la distancia al mercado consumidor es muy cercana. Al encontrarse esta zona dentro del área urbana de la ciudad de Tarija, presenta una población en crecimiento por lo que existe bastante mano de obra calificada tanto profesionales como personal técnico y obreros necesarios para el proyecto.

Con respecto al mercado proveedor de materia prima, se puede indicar que se encuentra a una distancia considerable de la localización de la planta, por ello a continuación, en el cuadro II-7, se detalla el costo de transporte por kilómetro de la materia prima hasta la ubicación de la planta.

CUADRO II-7: COSTO DE TRANSPORTE POR KILÓMETRO DE LA MATERIA PRIMA

Mercado Proveedor	Distancia a la Zona el Portillo (Km)	Cantidad de materia prima por semana a transportar (T)	Costo US$ /Km/T	Costo Total (US$)
Taiguati	266	12,4	0,04	132
Entre Ríos	109	12,4	0,04	54

Fuente: Elaboración Propia.

Respecto a los servicios básicos, la zona del Portillo presenta acceso a energía trifásica estable por parte de la empresa SETAR S.A, el costo es de 0,7861 Bs por kW/h en la categoría industrial mayor

El agua disponible es potable, el cual es distribuida vía sistema de cañería dotado por COSALT con un costo de 1 Bs/m^3 y gas natural provisto por EMTAGAS a un costo de 0,0104 Bs/PCS (Pie Cubico Estándar).

La zona no cuenta con un sistema de alcantarillado, por lo cual se plantea un sistema de eliminación de desechos propio de la empresa si fuera necesario.

Es una zona poco poblada, el precio referencial del metro cuadrado en la zona es de 25 $us, la previa seleccionada cuenta con acceso a los servicios básicos; para mayor referencia ver Figura II-1.

FIGURA II-1: MAPA DE LOCALIZACIÓN



Fuente: Google Earth.

CAPÍTULO III
INGENIERÍA DEL PROYECTO

3.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA MATERIA PRIMA

El maíz cubano amarillo es una planta gramínea alta, anual, con vainas foliares que se superponen y láminas alternadas anchas. Posee espigas (inflorescencias femeninas encerradas por "chalas") de 7 a 40 cm.

El almidón está principalmente localizado en el endospermo del grano y el azúcar en el embrión. Las vitaminas están localizadas principalmente en el embrión y en la capa más externa del endospermo, incluyendo la capa de aleurona situada inmediatamente debajo del pericarpio. El resto del endospermo es más pobre en vitaminas que otras porciones del grano[23]; a continuación, en el cuadro III-1, se puede apreciar la composición química de este grano.

CUADRO III-1: COMPOSICIÓN QUÍMICA PROMEDIO DEL GRANO DE MAÍZ "CUBANO AMARILLO"

FRACCIÓN	GRANO (%)	ALMIDÓN (%)	PROTEINA (%)	ACEITE (%)	AZÚCARES (%)	CENIZA (%)
Grano entero	-	71,5	10,3	4,8	2,0	1,4
Endospermo	82,3	86,4	9,4	0,8	0,6	0,3
Embrión	11,5	8,2	18,8	34,5	10,8	10,1
Pericarpio	5,3	7,3	3,7	1,0	0,3	0,8

Fuente: Paterniani (1995)

El procesamiento primario del grano produce:

- Germen de maíz
- Salvado o cáscara de maíz, usado directamente como complemento en la alimentación animal.
- Harina zootécnica usada como complemento para preparar dietas balanceadas para animales.
- Gritz, producto que es utilizado en el proceso para obtención de almidón y alimento base.

[23] M. PEREZ; Revista Digital CENIAP *"El Maíz Amarillo";* Venezuela, Diciembre 2004.

3.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PRODUCTO

El almidón de maíz, es un producto harinoso de color blanco tenso y de olor característico.

La composición en general de este producto es el siguiente:

- Humedad 12%
- Proteínas 0,35%max.
- Proteínas solubles 0,03%max.
- Cenizas 0,3%
- Fibras trazas
- Grasas 0,1%
- Carbohidratos 87,0%
- Otros 0,22%

El almidón de maíz es un alimento sin colesterol y por lo tanto, su consumo ayuda a mantener bajo el colesterol, lo cual es beneficioso para el sistema circulatorio y el corazón.

3.2.1. Composición química del Almidón de Maíz

Químicamente, el almidón es un polisacárido semicristalino compuesto por D-glucopiranosas unidas entre sí mediante enlaces glucosídicos. El almidón está formado por dos polímeros de diferente estructura (amilosa y amilopectina), los cuales se diferencian por las uniones que presentan dentro del gránulo de almidón y que además representan cerca del 98-99% del peso en seco. La proporción de estos dos polímeros varía según la fuente botánica y su organización física dentro de la estructura granular, confiriéndole propiedades fisicoquímicas y funcionales únicas. A pesar de la química simple del almidón, las moléculas que lo conforman son variables y complejas.[24]

3.2.1.1. Amilosa

La amilosa, es un polímero lineal formado por D-glucopiranosas que se encuentran unidas entre sí por enlaces α-(1-4) que representan un 99% de su estructura; también se ha comprobado la presencia de ciertas ramificaciones unidas por enlaces α-(1-6). Dichas

[24] COWIESON T.; Articulo "Caracterización *del Almidón de Maíz*", 2004.

ramificaciones se encuentran de manera espaciada e infrecuente, lo que permite observar su comportamiento esencialmente lineal.[25]

Por su contenido en amilosa, los almidones pueden se clasificados en diferentes grupos como son los almidones cerosos (waxy) que tienen muy poca cantidad de amilosa, alrededor de 1-2%; los normales que contienen entre 17- 24% de amilosa y los altos en amilosa que contienen 70% o más de este polímero.[26]

3.2.1.2. Amilopectina

La amilopectina es un polímero semicristalino y altamente ramificado formado por aproximadamente 595,238 unidades de D-glucopiranosas unidas mediante enlaces α-(1 -4) que representan un 5- 6% de su estructura. Dichas ramificaciones se localizan aproximadamente cada 15 o 25 unidades de D- glucopiranosas, aunque el rango puede excederse a 19 o 31 unidades dependiendo del contenido de amilosa en el almidón.[27]

Frech (1972), describe que la amilopectina es el componente más abundante en el almidón, el cual es responsable de que el gránulo presente las siguientes características:

1) Estructura organizada en forma de anillos, las moléculas de amilopectina se alinean a lo largo de un eje imaginario que se extiende desde el hilio (punto de origen) del gránulo hasta el exterior del mismo.

2) Propiedad semicristalina formando así dos regiones; una cristalina y otra amorfa, que dan al gránulo su característica de birrefringencia, fenómeno conocido como la cruz de malta. La región cristalina está formada por cadenas de amilopectina estructuradas en racimos, mientras que la región amorfa está formada por puntos ramificados entre la amilopectina y la amilosa.

Generalmente el almidón proporciona el 70-80% de las calorías consumidas por los humanos en todo el mundo, es el polisacárido más utilizado como ingrediente funcional (espesante, estabilizante y gelificante)[28].

[25] COWIESON T.; Articulo "Caracterización *del Almidón de Maíz*", 2004.
[26] COWIESON T.; Articulo "Caracterización *del Almidón de Maíz*", 2004.
[27] COWIESON T.; Articulo "Caracterización *del Almidón de Maíz*", 2004.
[28] BENITEZ TOMAS T., Tesis "*Caracterización Morfológica y Térmica del Almidón de Maíz*", 2008.

3.3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS EXISTENTES PARA LA ELABORACIÓN DEL PRODUCTO

El almidón de maíz se puede obtener mediante dos procesos industriales: Molienda Seca y Molienda Húmeda.

3.3.1. MOLIENDA SECA

La molienda seca es el proceso de trituración, que consiste en la reducción del tamaño del grano por una combinación de impacto y la abrasión, ya sea en seco o en suspensión en agua.[29] Generalmente implica la eliminación de lo que el molinero llama salvado, es decir: el pericarpio, las cubiertas de la semilla, epidermis nuclear y la capa de aleurona. Además generalmente se elimina el germen por ser relativamente ricos en aceite, lo que hace que el producto se enrancie rápidamente disminuyendo su calidad . El salvado y el germen son relativamente ricos en proteínas, vitamina B, sustancias minerales y grasas, de modo que el producto molido si bien gana en paladar, pierde en valor nutritivo.

El proceso de la molienda seca apunta a una completa separación de las diferentes partes del grano hasta donde sea económicamente factible; produciendo la máxima cantidad de endospermo corneo como trozos discretos; removiendo tanto como sea posible el germen y pericarpio para dar un producto de baja grasa y baja fibra.[30]

Gracias a este proceso se pueden separar dos estructuras que contiene el maíz, el cual es el germen de donde nace una nueva planta y el endospermo que proporciona alimentos nutritivos a la semilla hasta que germine. A partir del endospermo de los granos, se obtienen cereales para desayuno, alcoholes y bebidas alcohólicas.[31]

Al realizar la molienda de los trozos pelados y desgerminados, se obtienen harinas de baja granulometría, con un contenido de grasa superior a las sémolas. La utilización más común

[29] USTARROZ FERNANDO, Folleto: "*Maíz con Valor Agregado*", Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Córdoba; 2010.
[30] USTARROZ FERNANDO, Folleto: "*Maíz con Valor Agregado*", Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Córdoba; 2010.
[31] SILVIO PACNACCO, Articulo: "*Molienda seca de Maíz*", Revista Los Molinos; Argentina; Diciembre 2010.

de las harinas es la siguiente: harina para pan, harina para embutidos. También, con un proceso de fabricación previa se logran las sémolas y almidones.[32]

3.3.1.1. Detalle del Proceso de la Molienda Seca de Maíz

Antes de empezar a recibir el maíz, éste es verificado por Aseguramiento de Calidad; de acuerdo con los parámetros de humedad, porcentaje de granos quebrados, materias extrañas y cantidad de granos dañados, se determina el grado del maíz. Además, se envían muestras al laboratorio para los análisis físico-químicos (grasa, proteínas, acidez, bacteriológicos, aflatoxina).

3.3.1.1.1. Recepción

El maíz es recibido tanto en los silos metálicos como en los silos de planta (de concreto), debidamente higienizados y fumigados. Antes de caer en los silos, el maíz pasa por un sistema de pre-limpieza que consiste en separar, por medio de una zaranda, los trozos de tuza y las partes metálicas grandes, por medio de un imán. De los silos de la planta, el maíz va directamente a Producción, pasando por el sistema de limpieza. Mientras que en los silos metálicos, la materia prima es sometida a un proceso de conservación, que consiste en inyectarle aire frío y seco con granifrigores y sacarle aire caliente con extractores. El control de calidad se mantiene haciendo inspecciones para verificar las condiciones del maíz mientras está en los silos.

3.3.1.1.2. Limpieza

La limpieza del maíz consiste en una serie de máquinas que, por diferencia de tamaño y peso, separa piedras, polvo, granos quebrados, restos de tuza, partículas metálicas, etc.; y al final de este proceso, el maíz pasa por una rosca humedecedora que agrega agua para acondicionar el maíz para la Desgerminación.

3.3.1.1.3. Proceso de Desgerminación

Este proceso se denomina "Desgerminación en Seco", que consiste en separar el germen del maíz sin exceder el 16.0% de humedad. Se realiza quebrando el grano en dos trituradores de impacto y, mediante mesas clasificadoras, se divide en tres fracciones por diferencia de

[32] USTARROZ FERNANDO, Folleto: "*Maíz con Valor Agregado*", Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Córdoba; 2010.

peso específico de los subproductos; ya que el endospermo la parte más dura del maíz- tiene mayor peso específico que el germen.

3.3.1.1.4. Molienda

Los pre-productos libres de germen van a los molinos de cilindros para ser triturados, luego son clasificados en cernidores planos de acuerdo al tamaño; después pasan a otros molinos de cilindros que lo trituran hasta obtener la granulometría deseada de los productos finales.

El pre-producto, que luego será Sémola Cervecera, pasa por los purificadores de Sémola, que le elimina las partículas de germen y cáscaras más pequeñas, lo que garantiza un porcentaje de grasa menor a 1.0% en dicho producto. El germen extraído es almacenado o enviado a tanques de extracción de aceite. Se realiza un segundo acondicionamiento para obtener el máximo de grits y un mínimo de harina; consiste en humedecer el endospermo, con la ayuda de una rociadora se le adiciona agua.

3.3.1.1.5. Secado

Los productos finales pasan por un sistema de secado neumático que reduce la humedad de 15.0% a 12.0%, para la buena estabilidad del producto. Después de pasar por un enfriamiento hasta llegar a la temperatura ambiente, son depositados en los silos de productos terminados. La Harina Granular, la Harina Extrafina y el almidón, después del enfriamiento son fortificadas con un compuesto concentrado de vitaminas A, E, B1, B2, B6, Hierro, Niacina, Ácido Fólico y Acido Pantoténico.

3.3.1.1.6. Empacado

Los productos terminados son empacados en los diferentes formatos en el Departamento de Envasado. Las harinas y almidones son empacados por máquinas automáticas que forman las fundas, las sellan y las llenan, al mismo tiempo que le imprimen la fecha de vencimiento, número de lote y el precio de venta al consumidor.

Las sémolas son empacadas por balanzas y máquinas cosedoras, en sacos de 50 y 100 libras. Estas son para consumo industrial. La Sémola Cervecera también es despachada a granel. En este Departamento, al igual que en el Molino, se llevan rigurosos controles tanto de parte de Producción como de Aseguramiento de Calidad.

3.3.2. MOLIENDA HÚMEDA

El proceso de molienda húmeda del maíz es un proceso altamente sofisticado que lleva en sí un conjunto de operaciones físicas como son: limpieza e hinchado del grano, trituración especial, ablandamiento de la masa triturada, tamizado de esta, con el fin de separar la cáscara del *Germen*; refinado de la lechada obtenida, operaciones de concentración de dichas lechadas, sedimentación del almidón y por último, secado y molturación del mismo hasta una finura conveniente. Estas operaciones se complementan por la intervención de un tratamiento químico, como la acción del ácido sulfuroso, a dosis reguladas, en las fases antes citadas de hinchado de grano de maíz, ablandamiento de la masa triturada, refinado de la lechada de almidón, separación y secado.

3.3.2.1. Detalle del Proceso de la Molienda Húmeda de Maíz

3.3.2.1.1. Pesaje y Recepción de la Materia Prima

El maíz es recepcionado en la planta, donde se realiza el pesado y registro; una vez aceptado el lote se traslada la materia prima para la posterior limpieza de grano.

3.3.2.1.2. Limpieza

En la clasificadora limpiadora de granos se separa las impurezas y el polvo que pueda traer el grano, el maíz saliente del proceso sin presencia de partículas extrañas, es transportado y dosificado hasta la próxima etapa del proceso.[33]

3.3.2.1.3. Hinchado de Grano

Durante este proceso, el grano de maíz aumenta su contenido de humedad desde 15% a 45% (valores típicos).[34]

- Descarga de maíz en el silo de alimentación del elevador-transportador del maíz y carga del depósito de hinchado y engrosamiento del maíz.
- Proceso por el cual el grano de maíz permanece 1 día (24 horas) en inmersión con agua y ácidos entre los cuales son: ácido clorhídrico al 0,1%, ácido sulfuroso al 0,5% y ácido sulfúrico al 0,2%, para lograr el ablandamiento necesario para su posterior trituración.
- Es necesario mencionar que los días de inmersión se debe realizar a temperatura constante del agua a 50 ºC, mediante las oportunas observaciones con el termostato, por el espacio de los dos días seguidos.

[33] RAMIRO RIVERA, *Manual de Operación Planta EMI,* 2001.
[34] RAMIRO RIVERA, *Manual de Operación Planta EMI,* 2001.

- Una vez pasado el tiempo correspondiente de remojo del maíz en el agua ácida y a temperatura constante, se procederá a la descarga del contenido del reactor en el recolector-distribuidor situado debajo del mismo.

3.3.2.1.4. Trituración

El maíz debidamente acondicionado, saliente del proceso de hinchado, es enviado a la etapa de trituración. En esta etapa el maíz pasa a través de un molino donde se produce el fraccionamiento del grano y se libera el germen.[35]

Esta operación se denomina molturación húmeda, el efectuarla de la mejor manera posible posee una gran importancia al objeto de disgregar los gérmenes, gluten y fécula que contiene el maíz, a fin de operarla para que pueda ser tamizada en perfectas condiciones obteniendo así la lechada de almidón que ha de proporcionar este al final del proceso de fabricación.

3.3.2.1.5. Ablandamiento

En este proceso se realiza el ablandamiento del maíz triturado, por lo que se realiza con agua que contiene ácido clorhídrico al 0,1% y ácido sulfuroso al 0,5%, para lograr el ablandamiento necesario y posterior desprendimiento de los componentes de la lechada.

3.3.2.1.6. Tamizado

Una vez realizado el ablandamiento se puede observar que se tiene una mezcla de maíz triturado y ablandado, junto con agua ácida, formando un conjunto de papilla semi espesa, que habrá de pasar a los tamices a fin de separar la cascarilla, los gérmenes, bastantes impurezas y algo de gluten que acompaña a la mezcla, operación que se complementará mediante la adición de agua para facilitar el tamizado en menor tiempo.

A medida que se realice el tamizado es necesario contar con un recolector que sirva como un depósito para almacenar la lechada y esta a su vez pueda ser transportada para su posterior refinación, se recomienda que el depósito tenga agitación para evitar la sedimentación.[36]

3.3.2.1.7. Refinado

La leche de almidón libre de fibras se concentra parcialmente en un reactor de refinación, con el fin de remover el agua que contiene principalmente proteínas solubles.

[35] RAMIRO RIVERA, *Manual de Operación Planta EMI,* 2001.
[36] RAMIRO RIVERA, *Manual de Operación Planta EMI,* 2001.

Para el refinado se realiza un lavado de la lechada con el que se extrae agua que arrastra consigo gluten e impurezas, por ello una vez introducida la lechada en el depósito de refinado, se prepara para realizar el refinado en tres fases:

- Se verterán en el interior del depósito agua y carbonato sódico en disoluciones, el cual ha de ser anhídrido (sosa en polvo), con la finalidad de dejar reposar la lechada y el agua ácida un par de horas; una vez transcurrido el tiempo se quedará el almidón en el fondo del depósito, formando una capa, por lo que se debe extraer el agua con impurezas que se encuentre en la parte superior.
- Nuevamente se agrega agua y ácido sulfuroso al 0,3%, y se repite el procedimiento anterior.
- Finalmente se adiciona agua pura para facilitar la decantación de la lechada hacia el siguiente proceso.

3.3.2.1.8. Separación y Secado

En esta etapa, con ayuda de un Decantador, se realiza la separación del almidón presente en la lechada, por lo que se concentra el producto hasta un 13% de humedad final.

Para el secado final se debe utilizar equipos sofisticados para eliminar la humedad de las partículas pequeñas de almidón, por ello se recomienda transportar el almidón húmedo a través de un tornillo el cual ayude a la eliminación de la humedad presente para continuar con el siguiente proceso.

3.3.2.1.9. Molturación

Es necesario realizar una segunda molturación, para llegar a una finura conveniente del producto, por ello se realiza este proceso con un almidón ya centrifugado y totalmente seco, listo para ser envasado.

3.3.2.1.10. Envasado

Seguida la molturación el producto de almidón de maíz se encuentra listo para ser envasado y fraccionado para su venta al mercado consumidor, por lo que se necesita una oportuna maquina envasadora-dosificadora.

3.4 SELECCIÓN DEL PROCESO A DISEÑAR

Como se mencionó anteriormente para la obtención del almidón de maíz, se identifica al menos 2 tipos de procesos, los cuales son por: molienda Seca y molienda Húmeda.

Por ello para seleccionar el proceso más adecuado en la obtención del producto, a continuación se realiza un análisis de ponderación para así poder facilitar la elección del proceso a ejecutar en el proyecto, tomando en cuenta los factores más relevantes que involucra la obtención de un buen producto.

3.4.1. Ponderación de peso relativo

De acuerdo al grado de importancia de los factores considerados en el proceso productivo del almidón de maíz, se asigna la puntuación correspondiente, determinando el valor ponderado de peso relativo de cada uno de ellos, expresados a continuación en el Cuadro III-2:

CUADRO III-2

VALORES PONDERADOS DE PESO RELATIVO

Factor	Puntos	Peso Relativo
% De Endospermo Harinoso Extraído	10	0,15
% De Proteína referido al peso en Seco	7	0,12
% Humedad	9	0,14
Tamaño de Partícula (µm)	6	0,11
% de Ceniza referido al peso en seco	5	0,1
Temp. ºC de Gelatinización	8	0,12
Retrogradación	6	0.05
Textura	7	0,11
Transparencia	7	0,1
	65	**1,00**

Fuente: Elaboración Propia.

Para realizar una calificación pertinente es necesario conocer a detalle la caracterización del almidón proveniente de ambos procesos, por ello a continuación, en el cuadro III-3, se muestra algunas propiedades.

CUADRO III-3

PROPIEDADES FUNCIONALES DEL ALMIDÓN SEGÚN EL PROCESO DE MOLIENDA

FACTOR	Molienda Seca	Molienda Húmeda
% De Endospermo Harinoso Extraído	75	83
% De Proteína referido al peso en Seco	1.0	0,3
% Humedad	18- 20	11-13
Tamaño de Partícula (µm)	5-100	2-30
% de Ceniza referido al peso en seco	2.0	1.0
Temp. ºC de Gelatinización	58- 65	75-80
Retrogradación	Media	Alta
Textura	Larga	Corta
Transparencia	Opaco	Muy Claro

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.2 Escala de calificación

En la evaluación se optó por una calificación de 0 a 10 puntos para los factores que se consideran para la selección del proceso de la obtención del almidón para el proyecto.

3.4.3. Alternativas de Procesos

Como es usual se ha planteado dos alternativas de procesos a considerar para la obtención de almidón en el proyecto, dichas alternativas son:

b) Molienda Seca
c) Molienda Húmeda

3.4.4. Calificación de alternativas

Analizando los valores de calificación y los factores que son considerados para el proyecto, se califica los dos procesos alternativos y se presenta los resultados en el siguiente Cuadro III- 4.

CUADRO III-4: CALIFICACIÓN DE FACTORES DEL PROCESO A SELECCIONAR PARA LA OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN DE MAÍZ

FACTOR	Puntaje	Peso Relativo	Molienda Seca			Molienda Húmeda		
			Propiedades funcionales según el tipo de molienda	Calificación	Ponderación	**Propiedades funcionales según el tipo de molienda**	Calificación	Ponderación
% de Endospermo Harinoso Extraído	10	0,15	75	8	**1,2**	83	10	**1,5**
% De Proteína referido al peso en Seco	7	0,12	1.0	4	**0,48**	0,3	7	**0,84**
% Humedad	9	0,14	18- 20	7	**0,98**	11-13	8	**1,12**
Tamaño de Partícula (µm)	6	0,11	5-100	5	**0,55**	2-30	6	**0,66**
% de Ceniza referido al peso en seco	5	0,1	2.0	3	**0,3**	1.0	4	**0,4**
Temp. ºC de Gelatinización	8	0,12	58- 65	6	**0,72**	75-80	8	**0,96**
Retrogradación	6	0.05	Media	4	**0,2**	Alta	6	**0,3**
Textura	7	0,11	Larga	7	**0,77**	Corta	6	**0,66**
Transparencia	7	0,1	Opaco	5	**0,5**	Muy Claro	7	**0,7**
	65	**1,00**			**5,7**			**7,14**

Fuente: Elaboración Propia.

Con el resultado del cuadro III-4, se define que el mejor proceso para la obtención del almidón de maíz es la Molienda Húmeda, ya que reúne **7,14 puntos**, siendo mayor a la otra alternativa, por lo cual se determina adoptar este tipo de molienda como parte del proceso productivo del proyecto.

Además de los factores que se señalaron en el cuadro III-3, existen otras consideraciones que determina la molienda húmeda como el proceso más óptimo para la elaboración de almidón de maíz; a continuación, en el cuadro III-5, se muestra algunas diferencias entre ambos procesos.

CUADRO III-5

CUADRO COMPARATIVO: MOLIENDA HÚMEDA VS. MOLIENDA SECA

MOLIENDA HÚMEDA	MOLIENDA SECA
Requiere menos potencia por tonelada tratada.	Requiere más potencia por tonelada tratada.
No requiere equipos adicionales para el tratamiento de polvos.	Si requiere equipos adicionales para el tratamiento de polvos.
Consume más revestimiento (por corrosión).	Consume menos revestimiento.
Se separa los componentes químicos de los granos de cereales (almidón, proteína, fibra).	Se separa partes anatómicas del grano (endospermo, germen y pericarpio).

Fuente: Elaboración Propia.

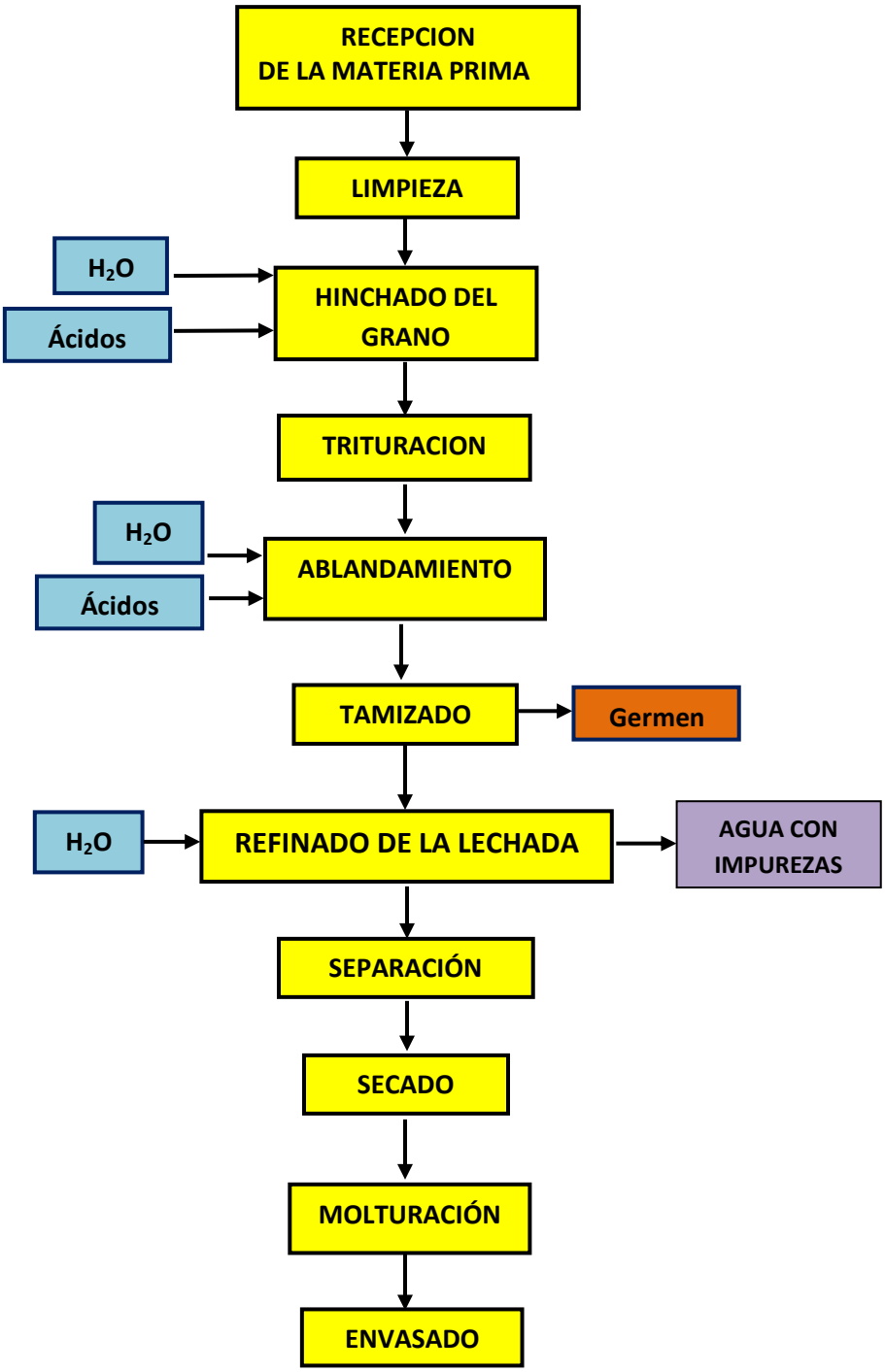
Se puede apreciar que existen grandes diferencias entre ambos procesos, por lo que se considera la molienda húmeda como el proceso más apto para el proyecto, para obtener mejores resultados en la calidad del producto, como también en los factores económicos que involucra la producción.

3.5. DIAGRAMA DE FLUJO

La producción de Almidón de Maíz está comprendida por una serie de etapas, por lo cual es de mucha importancia realizar un control específico para obtener un buen producto; a continuación, en el Diagrama de Flujo III-1, se muestra el proceso productivo para su obtención:

DIAGRAMA DE FLUJO III-1

PROCESO DE MOLIENDA HÚMEDA DE MAÍZ



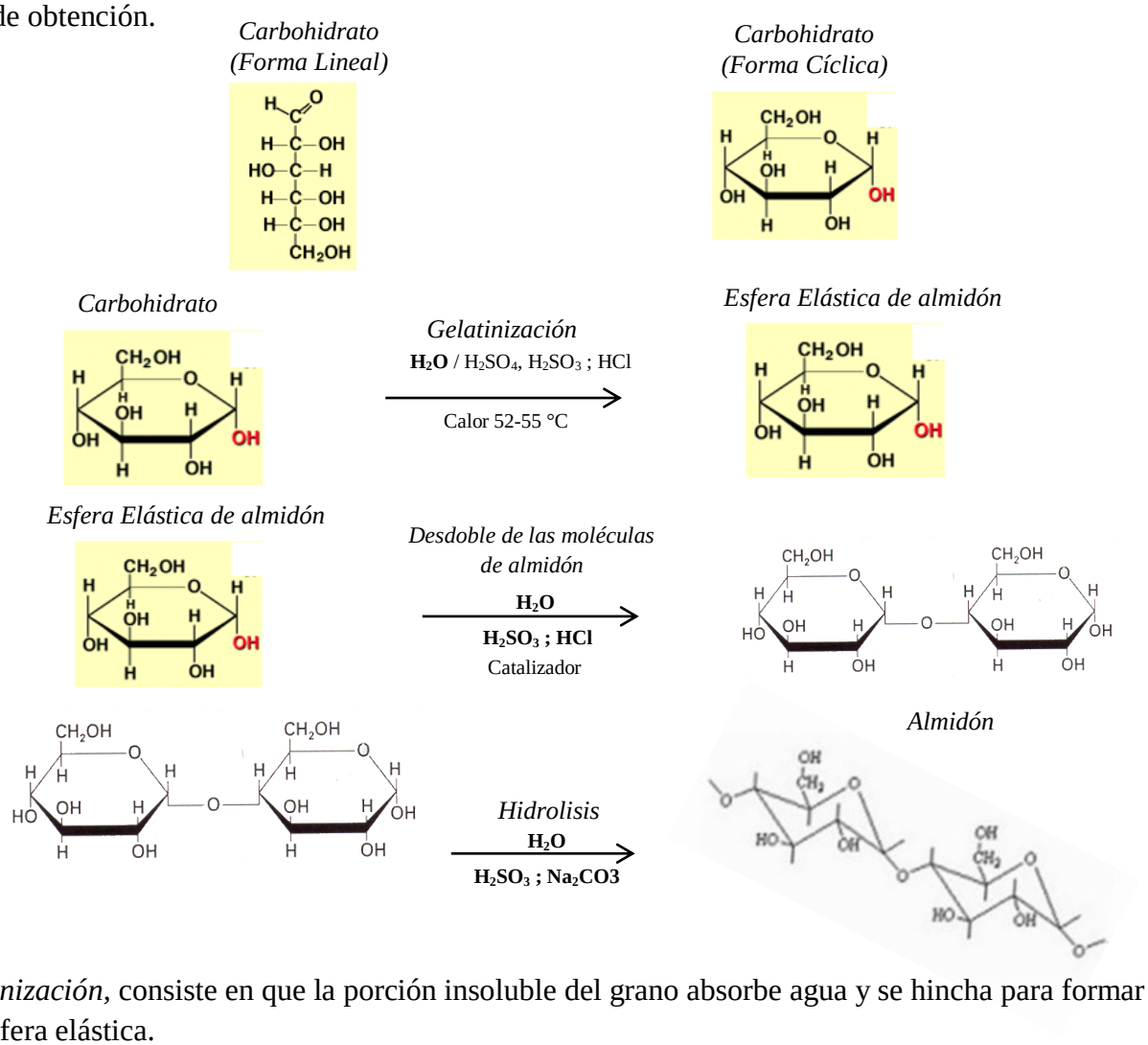
FUENTE: Elaboración Propia

3.6. BALANCE DE MATERIA

El almidón es uno de los carbohidratos de reserva más abundantes en los tejidos vegetales, por lo que después de un proceso de molienda o trituración adecuado, el almidón se extrae por arrastre con agua, aprovechando la diferencia en densidad presentada por los gránulos de almidón respecto a la fibra, lípidos y proteínas del tejido vegetal.

El almidón es un polisacárido que contiene alrededor de un 20% de una fracción insoluble en agua llamada amilosa y un 80% de una fracción soluble denominada amilopectina. Ambas fracciones están constituidas por unidades de α-D-glucosa, pero difieren en el tamaño y la configuración molecular.

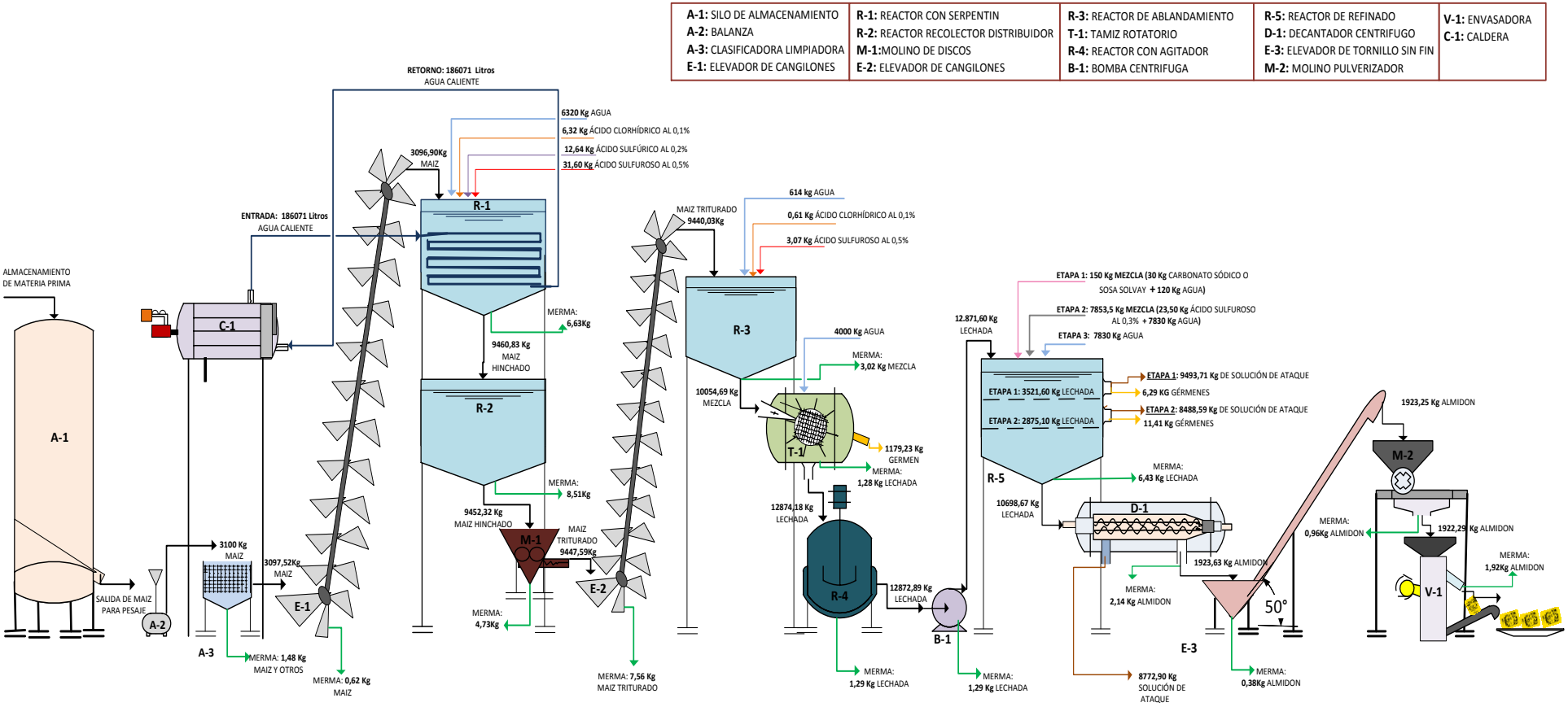
Todos los polisacáridos son hidrolizados en sus constituyentes monosacáridos por la acción de ácidos diluidos. Como el almidón es un polímero de la α-D-glucosa, es de esperar que por hidrólisis completa se obtenga D-glucosa como producto final. Esta hidrólisis se puede llevar a cabo en forma enzimática, utilizando α-amilosas. A continuación se detalla el proceso de obtención.



Gelatinización, consiste en que la porción insoluble del grano absorbe agua y se hincha para formar una esfera elástica.

La obtención de Almidón de Maíz comprende varias etapas, por lo que es necesario analizar cada una de ellas; por ello a continuación, en el siguiente diagrama de LAYOUT III-1, se detalla las corrientes de salidas y entradas de materia prima.

LAYOUT III-1: CORRIENTES DE ENTRADA Y SALIDA DE MATERIA PRIMA E INSUMOS EN LOS EQUIPOS



FUENTE: Elaboración Propia.

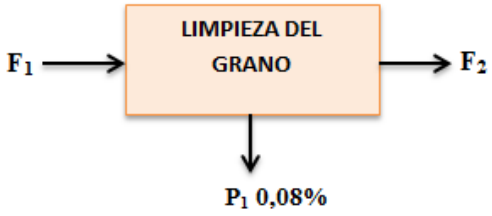
A continuación se realiza un balance de materia a cada equipo para considerar la cantidad de materia prima que se transforma en el producto deseado y también la cantidad que se desprecia antes y después del proceso.

3.6.1. Pesaje y Recepción de la Materia Prima

En esta etapa solo se recepciona la materia prima para su posterior pesaje, el cual corresponde a los 3100 kg de grano sin ningún tipo de pérdida.

3.6.2. Clasificadora Limpiadora

Según *la descripción del proceso del libro formoso, 13ª edición, pagina 508*, se considera una pérdida del 0,08% al realizar la limpieza del grano.



Donde:

F_1: 3100 kg maíz/día

F_2: kg maíz/día aptas para producir

P_1: Perdidas por limpieza

$$\mathbf{F_1 = F_2 + P_1}$$

$$F_1 = F_2 + (F_1 \times 0{,}0008)$$

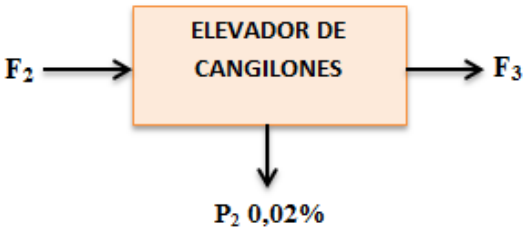
$$F_2 = F_1 - (F_1 \times 0{,}0008)$$

$$F_2 = 3100\text{kg} - (3100kg \times 0{,}0008)$$

$$\mathbf{F_2 = 3097{,}52kg\ Maíz/día}$$

3.6.3. Elevador de Cangilones

Según *la descripción del proceso del libro formoso, 13ª edición, pagina 509*, se considera una pérdida del 0,02%.



Donde:

F_2: 3097,52 kg maíz/día

F_3: kg maíz/día aptas para producir

P_2: Perdidas por transporte

$$\mathbf{F_3 = F_2 + P_2}$$

$$F_2 = F_3 + (F_2 \times 0{,}0002)$$

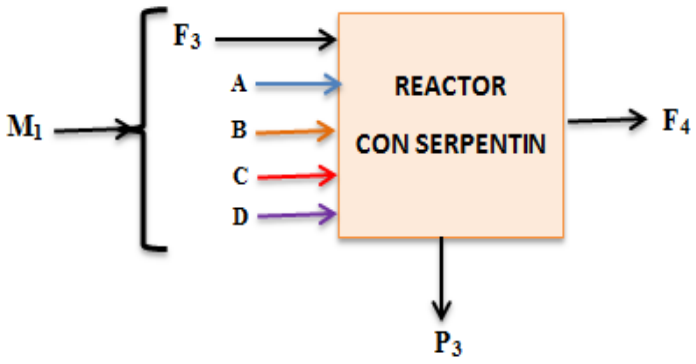
$$F_3 = F_2 - (F_2 \times 0{,}0002)$$

$$F_3 = 3097{,}52\text{kg} - (3097{,}52kg \times 0{,}0002)$$

$$\mathbf{F_3 = 3096{,}90kg\ Maíz/día}$$

3.6.4. Tanque Intercambiador

Según *la descripción del proceso del libro formoso, 13ª edición, pagina 509*, se considera una pérdida del 0,07% al realizar el hinchado del grano.



Donde:

F_3: 3096,90 kg maíz/día

A: 6320 kg agua/día requerida

B: 6,32 kg ácido clorhídrico al 0,1%

C: 31,60 kg ácido sulfuroso al 0,5%

D: 12,64 kg ácido sulfúrico al 0,2%

M_1: Masa total de entrada

P_3: Perdida considerada al momento del trasvasijado.

F_4: kg maíz/día hinchado aptas para producir

$$\mathbf{M_1 = F_3 + A + B + C + D}$$

$M_1 = 3096{,}90\text{kg} + 6320\text{kg} + 6{,}32\text{kg} + 31{,}60\ \text{kg} + 12{,}64\ \text{kg}$

$\mathbf{M_1 = 9467{,}46\ kg}$

$\mathbf{M_1 = F_4 + P_3}$

$M_1 = F_4 + (M_1 \times 0.0007)$

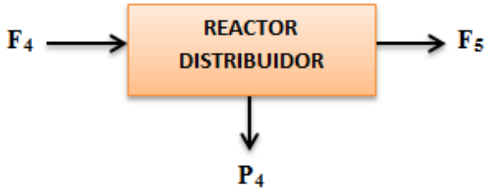
$F_4 = M_1 - (M_1 \times 0.0007)$

$F_4 = 9467{,}46\text{kg} - (9467{,}46\ \text{kg} \times 0.0007)$

$\mathbf{F_4 = 9460{,}83\ kg}$

3.6.5. Reactor Recolector- Distribuidor

Según *la descripción del proceso del libro formoso, 13ª edición, pagina 509*, se considera una pérdida del 0,09% al realizar la descarga del grano.



Donde:

F_4: 9460, 83 kg maíz hinchado/día

F_5: kg maíz hinchado/día aptas para producir

P_4: Pérdida considerada al momento de la descarga

$\mathbf{F_4 = F_5 + P_4}$

$F_4 = F_5 + (F_4 \times 0.0009)$

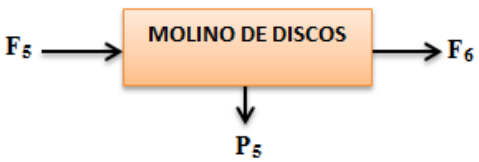
$F_5 = F_4 - (F_4 \times 0{,}0009)$

$F_5 = 9460{,}83\text{kg} - (9460{,}83kg \times 0{,}0009)$

$\mathbf{F_5 = 9452{,}32kg\ Maíz\ hinchado/día}$

3.6.6. Trituración en Molino de Discos

Según *la descripción del proceso del libro formoso, 13ª edición, pagina 510*, se considera una pérdida del 0,05% al realizar la descarga del grano.



Donde:

F_5: 9452,32 kg maíz hinchado/día

F_6: kg maíz triturado/día

P_5: Pérdida considerada al momento de la molturación

$$\mathbf{F_5 = F_6 + P_5}$$

$$F_5 = F_6 + (F_5 \times 0.0005)$$

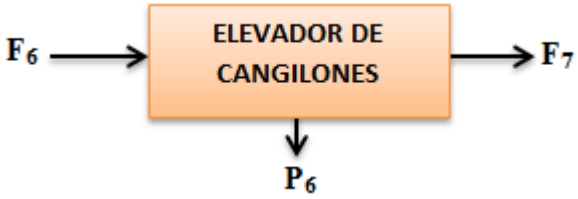
$$F_6 = F_5 - (F_5 \times 0{,}0005)$$

$$F_6 = 9452{,}32 \text{ kg} - (9452{,}32\ kg \times 0{,}0005)$$

$$\mathbf{F_6 = 9447{,}59 \text{ kg Maíz triturado/día}}$$

3.6.7. Elevador de Cangilones

Según *la descripción del proceso del libro formoso, 13ª edición, pagina 510*, se considera una pérdida del 0,08%.



Donde:

F_6: 9447,59 kg maíz triturado /día

F_7: kg maíz triturado/día

P_6: Pérdida considerada al momento de la recolección

$$\mathbf{F_6 = F_7 + P_6}$$

$$F_6 = F_7 + (F_6 \times 0.0008)$$

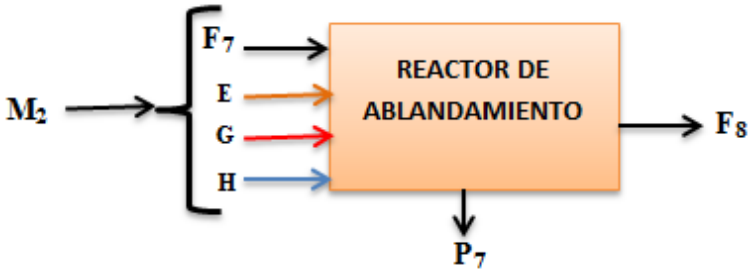
$$F_7 = F_6 - (F_6 \times 0{,}0008)$$

$$F_7 = 9447{,}59 \text{ kg} - (9447{,}59\ kg \times 0{,}0008)$$

$$\mathbf{F_7 = 9440{,}03 \text{ kg Maíz triturado/día}}$$

3.6.8. Reactor de Ablandamiento

Según *la descripción del proceso del libro formoso, 13ª edición, pagina 511*, se considera una pérdida del 0,03%.



Donde:

F_7: 9440,03 kg maíz triturado/día

E: 0,61 kg ácido clorhídrico al 0,1%

G: 3,07 kg ácido sulfuroso al 0,5%

H: 614 kg agua/día requerida

M_2: Masa total de entrada

P_7: Pérdida considerada al momento del trasvasijado.

F_8: kg mezcla de lechada/día

$$\mathbf{M_2 = F_7 + E + G + H}$$

$$M_2 = 9440{,}03\text{kg} + 0{,}61\text{kg} + 3{,}07\text{kg} + 614\text{ kg}$$

$$\mathbf{M_2 = 10057{,}71\ kg}$$

$$\mathbf{M_2 = F_8 + P_7}$$

$$M_2 = F_8 + (M_2 \times 0.0003)$$

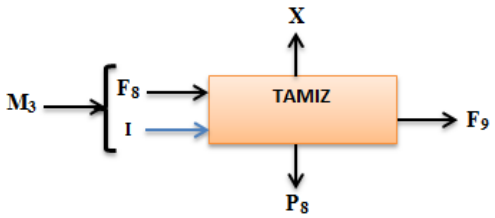
$$F_8 = M_2 - (M_2 \times 0.0003)$$

$$F_8 = 10057{,}71\text{kg} - (10057{,}71\text{ kg} \times 0.0003)$$

$$\mathbf{F_8 = 10054{,}69\ kg\ \ mezcla\ de\ maiz/dia}$$

3.6.9. Tamiz Rotativo

Según *la descripción del proceso del libro formoso, 13ª edición, pagina 511*, se considera una pérdida del 0,01% durante el tamizado de la mezcla.



Donde:

F_8: 10054,69 kg mezcla maíz/día

I: 4000 kg agua/día requerida

M_3: Masa total de entrada

P_8: Pérdida considerada al momento del tamizado.

F_9: kg mezcla de lechada/día

En esta etapa del proceso es necesario detallar la composición de la mezcla de entrada con sus cantidades aproximadas de estas, por ello se presenta lo siguiente.

- Masa de maíz = 3087 kg
- Agua + ácidos = 6967,69 kg

  10054,69 kg

Con ayuda del tamiz se pretende separar de la masa de maíz un 38,2% aproximadamente, el cual está compuesto por gérmenes y otros componentes no deseados.

Cantidad de gérmenes separados y otros = $\mathbf{X = 3087\ kg \times 38{,}2\% = 1179{,}23\ kg}$

$$\mathbf{M_3 = F_8 + I}$$

$$M_3 = 10054{,}69\ kg + 4000\ kg$$

$$\mathbf{M_3 = 14054{,}69\ kg}$$

$$\mathbf{M_3 = F_9 + P_8 + X}$$

$$M_3 = F_9 + (M_3 \times 0.0001) + X$$

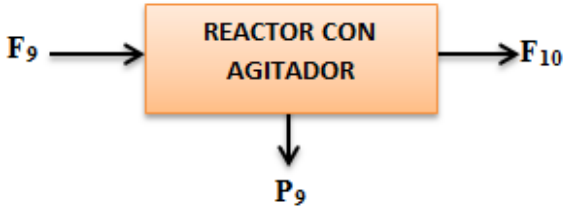
$$F_9 = M_3 - (M_3 \times 0.0001) - X$$

$$F_9 = 14054{,}69\ kg - (14054{,}69\ kg \times 0.0001) - 1179{,}23\ kg$$

$$\mathbf{F_9 = 12874{,}18\ kg\ lechada/día}$$

3.6.10. Reactor con Agitador

Según *la descripción del proceso del libro formoso, 13ª edición, pagina 512*, se considera una pérdida del 0,01%.



Donde:

F_9: 12874,18 kg lechada/día

F_{10}: kg lechada/día

P_9: Perdida considerada al momento de la recolección

$$\mathbf{F_9 = F_{10} + P_9}$$

$$F_9 = F_{10} + (F_9 \times 0.0001)$$

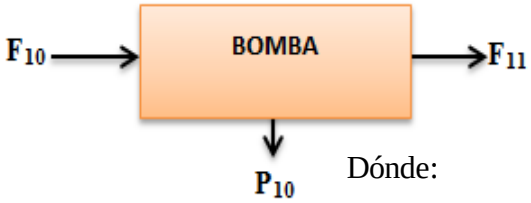
$$F_{10} = F_9 - (F_9 \times 0{,}0001)$$

$$F_{10} = 12874{,}18 \text{ kg} - (12874{,}18 kg \times 0{,}0001)$$

$$\mathbf{F_{10} = 12872{,}89 \text{ kg Lechada/día}}$$

3.6.11. Bomba Centrífuga

Según *la descripción del proceso del libro formoso, 13ª edición, pagina 512*, se considera una pérdida del 0,01%.



Donde: Dónde:

F_{10}: 12872,89 kg lechada/día

F_{11}: kg lechada/día

P_{10}: Perdida considerada al momento de la recolección

$$\mathbf{F_{10} = F_{11} + P_{10}}$$

$$F_{10} = F_{11} + (F_{10} \times 0.0001)$$

$$F_{11} = F_{10} - (F_{10} \times 0{,}0001)$$

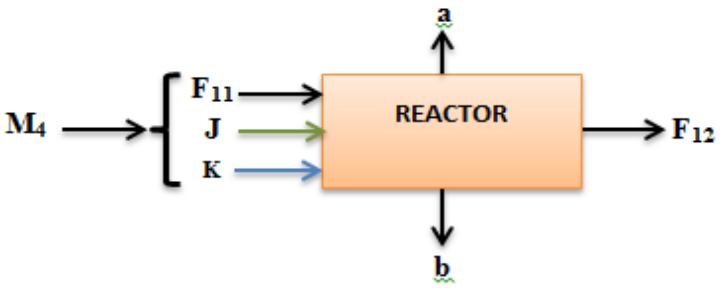
$$F_{11} = 12872{,}89 \text{ kg} - (12872{,}89\ kg \times 0{,}0001)$$

$$\mathbf{F_{11} = 12871{,}60 \text{ kg Lechada/día}}$$

3.6.12. Reactor de Refinado

El refinado de la lechada está compuesto por 3 etapas, con las cuales se pretende tener un mejor aprovechamiento del proceso.

- **Etapa 1:**



Donde:

F_{11}: 12871,60 kg lechada de almidón/día

J: 30 kg carbonato sódico o sosa Solvay/día

K: 120 kg Agua Requerida/día

a: 9493,71 kg de solución ácida.

b: 6,29 kg gérmenes o impurezas

F_{12}: kg de lechada de almidón/día

M_4: Masa total de entrada

Es necesario detallar la composición de **F_{11}** para observar la cantidad de impurezas que se separa de la lechada de almidón, por ello se presenta a continuación.

- Almidón e impurezas = 1907,39 kg
- Agua + ácido = 10964,21 kg

12871,60 kg

En la etapa 1 del refinado se logra separar aproximadamente el 0,33% de impurezas presentes en la lechada de almidón, el cual significa 6,29 Kg.

Por otra parte se separa 9493,71 kg de solución de ataque; por lo que de manera general en esta etapa se separa 9500 kg de la mezcla de entrada.

Donde:

$$\mathbf{M_4 = F_{11} + J + K}$$

$$M_4 = 12871{,}60\ \text{kg} + 30\ \text{kg} + 120\ \text{kg}$$

$$\mathbf{M_4 = 13021{,}60\ kg}$$

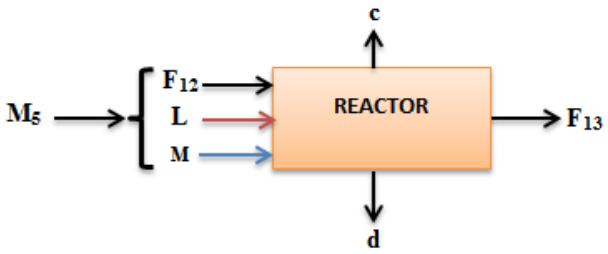
$$\mathbf{M_4 = F_{12} + a + b}$$

$$F_{12} = M_4 - a - b$$

$$F_{12} = 13021{,}60\ \text{kg} - 9493{,}71\ \text{kg} - 6{,}29\ \text{kg}$$

$$\mathbf{F_{12} = 3521{,}60\ kg\ LECHADA}$$

- **Etapa 2**



Donde:

F_{12}: 3521,60 kg lechada de almidón/día

L: 23,50 kg ácido sulfuroso al 0,3%

M: 7830 kg Agua Requerida/día

c: 8488,59 kg de solución ácida.

d: 11,41 kg gérmenes o impurezas

F_{13}: kg de lechada de almidón/día

M_5: Masa total de entrada

Es necesario detallar la composición de **F_{12}** para observar la cantidad de impurezas q se separa de la lechada de almidón, por ello se presenta a continuación.

- Almidón e impurezas = 1901,09 kg
- Agua + ácido = 1620,51 kg

3521,60 kg

En la etapa 2 del refinado se logra separar aproximadamente el 0,60% de impurezas presentes en la lechada de almidón, el cual significa 11,41 kg.

Por otra parte se separa 8488,59 kg de solución de ataque; por lo que de manera general en esta etapa se separa 8500 kg de la mezcla de entrada.

Donde:

$$\mathbf{M_5 = F_{12} + L + M}$$

$$M_5 = 3521{,}60\ \text{Kg} + 23{,}50\ \text{Kg} + 7830\ \text{Kg}$$

$$\mathbf{M_5 = 11375{,}10\ kg}$$

$$\mathbf{M_5 = F_{13} + c + d}$$

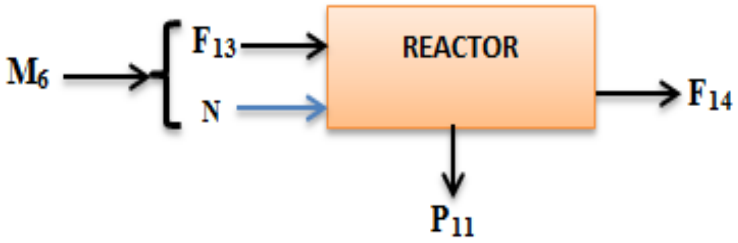
$$F_{13} = M_5 - 8488{,}59 - 11{,}41$$

$$F_{13} = 11375{,}10\ \text{kg} - 8488{,}59\ \text{kg} - 11{,}41\ \text{kg}$$

$$\mathbf{F_{13} = 2875{,}10\ kg\ LECHADA}$$

- **Etapa 3**

Según *la descripción del proceso del libro formoso, 13ª edición, pagina 513*, se considera una pérdida del 0,06%.



Donde:

F_{13}: 2875,10 kg lechada de almidón/día

N: 7830 kg Agua Requerida/día

P_{11}: Pérdida considerada al momento de la descarga.

F_{14}: Kg de lechada de almidón/día

M_6: Masa total de entrada

$$\mathbf{M_6 = F_{13} + N}$$

$$M_6 = 2875{,}10 \text{ kg} + 7830 \text{ kg}$$

$$\mathbf{M_6 = 10705{,}10 \text{ kg}}$$

$$\mathbf{M_6 = F_{14} + P_9}$$

$$M_6 = F_{14} + (M_6 \times 0.0006)$$

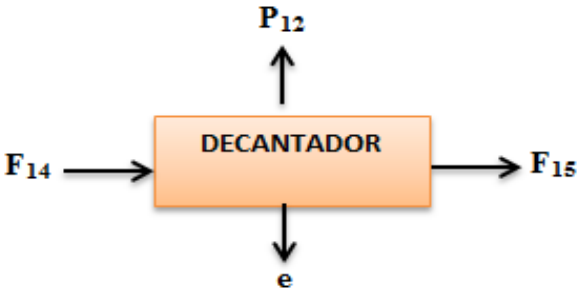
$$F_{14} = M_6 - (M_6 \times 0.0006)$$

$$F_{14} = 10705{,}10 \text{ kg} - (10705{,}10 \text{ kg} \times 0.0006)$$

$$\mathbf{F_{14} = 10698{,}67 \text{ kg LECHADA DE ALMIDON/día}}$$

3.6.13. Separación y Secado

Según *la descripción del proceso del libro formoso, 13ª edición, pagina 514*, se considera una pérdida del 0,02%.



Donde:

F_{14}: 10698,67 kg lechada de almidón/día

e: 8772,90 kg solución ácida.

P_{12}: Pérdida considerada al momento de la descarga.

F_{15}: kg de lechada de almidón/día

Esta etapa se considera una de las más importantes, ya que se logra la separación del almidón presente en la lechada, por lo que en la separación y secado se estima extraer un 82% de solución, por lo que significaría aproximadamente 8772,90 kg de solución extraída; por otro lado se debe tomar en cuenta que al momento de la descarga existirá una perdida considerada aproximadamente del 0,02%.

$$\mathbf{F_{14} = F_{15} + e + P_{12}}$$

$$F_{14} = F_{15} + e + (F_{14} \times 0.0002)$$

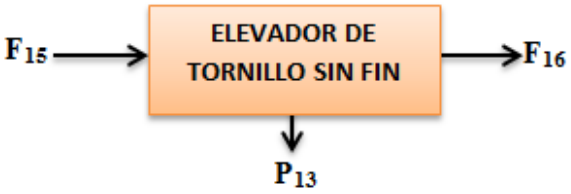
$$F_{15} = F_{14} - e - (F_{14} \times 0{,}0002)$$

$$F_{15} = 10698{,}67 \text{ kg} - 8772{,}90 \text{ kg} - (10698{,}67\ kg \times 0{,}0002)$$

$$\mathbf{F_{15} = 1923{,}63\ kg\ \ Almidón/día}$$

3.6.14. Elevador de Tornillo sin fin

Según *la descripción del proceso del libro formoso, 13^{a} edición, pagina 514*, se considera una pérdida del 0,02%.



Donde:

F_{15}: 1923,63 kg Almidón /día

F_{16}: kg Almidón/día

P_{13}: Pérdida considerada al momento de la elevación.

$$\mathbf{F_{15} = F_{16} + P_{13}}$$

$$F_{15} = F_{16} + (F_{15} \times 0.0002)$$

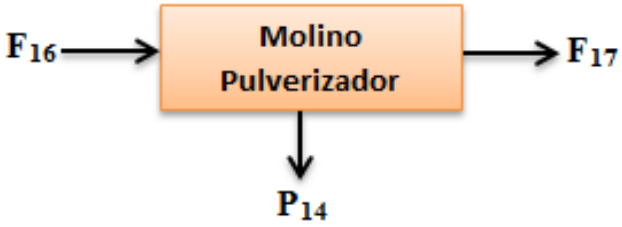
$F_{16} = F_{15} - (F_{15} \times 0{,}0002)$

$F_{16} = 1923{,}63 \text{ kg} - (1923{,}63\ kg \times 0{,}0002)$

$\mathbf{F_{16} = 1923{,}25\ kg\ Almidon/día}$

3.6.15. Molino Pulverizador

Según *la descripción del proceso del libro formoso, 13ª edición, pagina 515*, se considera una pérdida del 0,05%.



Donde:

F_{16}: 1923,25 kg almidón/día

P_{14}: Perdida considerada al momento de la molturación.

F_{17}: kg de almidón/día

$\mathbf{F_{16} = F_{17} + P_{14}}$

$F_{16} = F_{17} + (F_{16} \times 0.0005)$

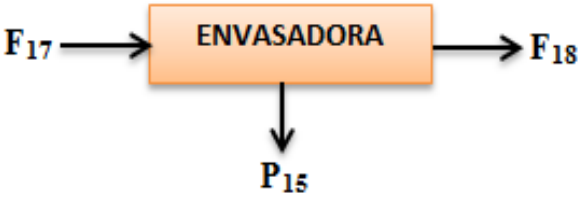
$F_{17} = F_{16} - (F_{16} \times 0{,}0005)$

$F_{17} = 1923{,}25 \text{ kg} - (1923{,}25\ kg \times 0{,}0005)$

$\mathbf{F_{17} = 1922{,}29\ kg\ \ Almidón/día}$

3.6.16. Envasado

Según *la descripción del proceso del libro formoso, 13ª edición, pagina 515*, se considera una pérdida del 0,1%



Donde:

F_{17}: 1922,67 kg de almidón/día

P_{15}: Pérdida considerada al momento del envasado

F_{18}: kg de almidón/día

$$\mathbf{F_{17} = F_{18} + P_{15}}$$

$$F_{17} = F_{18} + (F_{17} \times 0.001)$$

$$F_{18} = F_{17} - (F_{17} \times 0.001)$$

$$F_{18} = 1922{,}29 \text{ kg} - (1922{,}29 \text{ kg} \times 0.001)$$

$$\mathbf{F_{18} = 1920{,}37 \text{ kg almidon de maiz/día}}$$

Con el proceso seleccionado y los cálculos correspondientes, se observa que el maíz requerido como materia prima ofrece un rendimiento aproximado del 62% para la obtención de almidón.

A continuación, en el cuadro III-6, se presenta un cuadro resumen del balance de materia del proceso contemplando la cantidad total de pérdida o merma de materia prima durante la producción.

CUADRO III-6: CUADRO RESUMEN DEL BALANCE DE MATERIA DE TODO EL PROCESO

N°	OPERACIÓN	ENTRADA (kg)	SALIDA (kg)	MATERIA PRIMA SEPARADA (kg)	SOLUCIÓN ÁCIDA SEPARADA (kg)	PÉRDIDA DE MATERIA %	PÉRDIDA DE MATERIA (Kg)
1	**Recepción para Pesaje**	3.100	3.100				
2	**Clasificadora Limpiadora**	3.100	3.097,52	1		0.08	1,48
3	**Elevador de Cangilones**	3.097,52	3.096,90			0,02	0,62
4	**Hinchado de Grano**	9.467,46	9.460,83			0,07	6,63
5	**Recolector- Distribuidor**	9.460,83	9.452,32			0,09	8,51
6	**Trituración**	9.452,32	9.447,59			0,05	4,73
7	**Elevador de Cangilones**	9.447,59	9.440,03			0,08	7,56
8	**Ablandamiento**	10.057,71	10.054,69			0,08	3,02
9	**Tamizado**	14.054,69	12.874,18	1.179,23		0,01	1,28
10	**Recolector con Agitador**	12.874,18	12.872,89			0,01	1,29
11	**Bomba Centrifuga**	12.872,89	12.871,60			0,01	1,29
12	**Refinado- Etapa 1**	13.021,60	3.521,60	6,29	9.493,71		
	Refinado- Etapa 2	11.375,10	2.875,10	11,41	8.488,59		
	Refinado– Etapa 3	10.705,10	10.698,67			0,06	6,43
13	**Separación y Secado**	10.698,67	1.923,63		8.772,90	0,02	2,14
14	**Elevador de Tornillo sin fin**	1.923,63	1923,25			0,02	0,38
15	**Molturación**	1.923,25	1.922,29			0.05	0,96
16	**Envasado**	1.922,29	**1,920,37**			0,1	1,92
TOTAL							**48,24**

Fuente: Elaboración Propia.

3.7. DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO

3.7.1. Dimensionamiento y Diseño del Reactor con serpentín para el hinchado del maíz

El tanque con serpentín de tubo de acero proporciona uno de los medios más baratos para la transferencia de calor de un fluido a otro, por lo que es el más recomendable.

Por ello, para el proceso se utilizará el serpentín de tipo espiral que transferirá calor por convección natural, el cual estará situado dentro de un recipiente cilíndrico vertical sin agitador y estará provisto de un espacio entre el serpentín y la pared del recipiente, que contiene maíz amarillo, agua, ácido sulfúrico, acido sulfuroso y ácido clorhídrico. Vale mencionar que se utilizará agua caliente como el fluido que circule dentro del serpentín.

3.7.1.1. Dimensionamiento del Reactor

A continuación se muestra el cálculo correspondiente para encontrar el volumen, altura y diámetro del reactor, de acuerdo a lo requerido por la cantidad materia prima e insumos a utilizar para el proceso.

Datos

$\mathbf{M}_{maiz}$ = 3.096,90 kg	ρ_{maiz} = 1,232 kg/L
$\mathbf{M}_{HCl\ al\ 0,1\%}$ = 6,32 kg	$\rho_{HCl\ al\ 0,1\%}$ = 1,031kg/L
$\mathbf{M}_{H2SO3\ al\ 0,5\%}$ = 31,60 kg	$\rho_{H2SO3\ al\ 0,5\%}$ = 1,062 kg/L
$\mathbf{M}_{H2SO4\ al\ 0,2\%}$ = 12,64 kg	$\rho_{H2SO4\ al\ 0,2\%}$ = 1,041 kg/L
$\mathbf{M}_{H2O}$ = 6.320 kg	ρ_{H2O} =1kg/L

La densidad de cada componente se extrajo de tablas, a diferencia de la densidad del ácido clorhídrico y el ácido sulfúrico, los cuales no se encontraron en tablas según su concentración, por lo que se tuvo que realizar una extrapolación; a continuación se muestra estos cálculos.

Cálculo Auxiliar Extrapolación:

HCl			H_2SO_4		
%		ρ (kg/L)	%		ρ (kg/L)
36	---------	1,179	98	---------	1,84
10	---------	1,048	32	---------	1,14
0,1	---------	x = 1,031	0,2	---------	x = 1,041

CÁLCULOS:

$\boldsymbol{\rho = \frac{M}{V}}$ Despejando tenemos $\longrightarrow$ $\boldsymbol{V = \frac{M}{\rho}}$ **(1)**

Sustituyendo en la ecuación (1) para encontrar el volumen que ocupa cada componente:

$$V_{maiz} = \frac{M_{maiz}}{\rho_{maiz}} \quad \rightarrow \quad V_{maiz} = \frac{3.096{,}90 \text{ kg}}{1{,}232\ kg/L} \quad \rightarrow \quad V_{maiz} = 2.513{,}710\ L$$

$$V_{HCl} = \frac{M_{HCl}}{\rho_{HCl}} \quad \rightarrow \quad V_{HCl} = \frac{6{,}32 \text{ kg}}{1{,}0{,}31 kg/L} \quad \rightarrow \quad V_{HCl} = 6{,}129\ L$$

$$V_{H2SO4} = \frac{M_{H2SO4}}{\rho_{H2SO4}} \quad \rightarrow \quad V_{H2SO4} = \frac{12{,}64 \text{ kg}}{1{,}041 kg/L} \quad \rightarrow \quad V_{H2SO4} = 12{,}142\ L$$

$$V_{H2SO3} = \frac{M_{H2SO3}}{\rho_{H2SO3}} \quad \rightarrow \quad V_{H2SO3} = \frac{31{,}60 \text{ kg}}{1{,}062 kg/L} \quad \rightarrow \quad V_{H2SO3} = 29{,}755\ L$$

$$V_{H2O} = \frac{M_{H2O}}{\rho_{H2O}} \quad \rightarrow \quad V_{H2O} = \frac{6.320 \text{ kg}}{1 kg/L} \quad \rightarrow \quad V_{H2O} = 6.320\ L$$

$$\boldsymbol{V_{total} = V_{maiz} + V_{HCl} + V_{H2SO4} + V_{H2SO3} + V_{H2O}}$$

$$V_{total} = 2.513{,}710 \text{ L} + 6{,}129\ L + 12{,}142\ L + 29{,}755\ L + 6.320\ L$$

$$\boldsymbol{V_{total} = 8.881{,}74 \text{ L} \approx 8.882 \text{ L}}$$

Este volumen encontrado aún no es el final, ya que es necesario al momento de diseñar un equipo tomar en cuenta un factor de sobrediseño, con lo que se considera un espacio adicional para cualquier circunstancia que pueda ocurrir durante el proceso; para ello se debe tomar un valor de 1,3 como el factor de sobrediseño, ya que es el aconsejado por bibliografías[37] de diseño de equipos.

$$\mathbf{V_{reactor} = V_{total} \times factor\ de\ sobrediseño}$$

$$\mathrm{V_{reactor}} = 8.881{,}74\text{L} \times 1{,}3$$

$$\boldsymbol{V_{reactor} = 11.546{,}6\text{L} \approx 12.000\text{L} \approx 12 m^3}$$

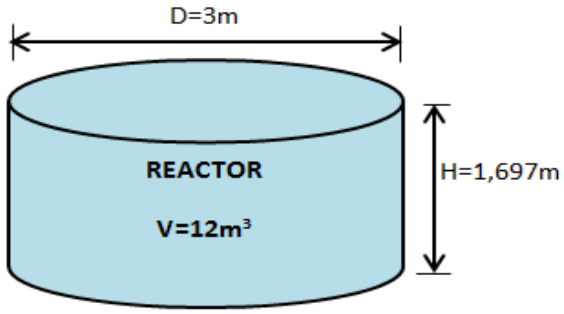
[37] ROBERT L. MOTT; Libro *"Diseño de elementos y maquinas" Pág. 397;* México, 2006.

Por otro lado se considera que el reactor tendrá un: $\mathbf{Diámetro = 3m,}$ con lo que podemos hallar su altura.

$$\mathbf{V = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H} \quad \text{despejamos } \mathbf{H} \quad \rightarrow \quad \mathbf{H = \frac{4V_{reactor}}{\pi \times D^2}}$$

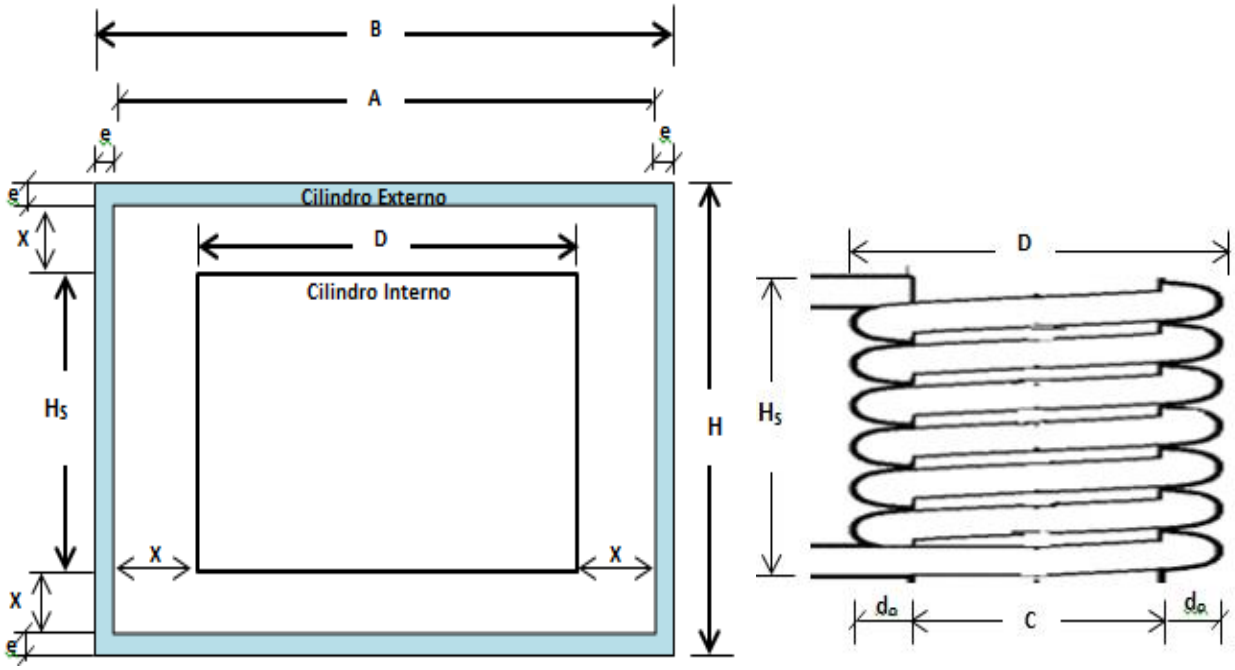
Reemplazando:

$$\mathbf{H = \frac{4 \times 12\ m^3}{\pi \times (3\ m)^2} = 1,697\ m}$$



3.7.1.2. Diseño del Serpentín

Teniendo en cuenta las dimensiones del reactor, se puede iniciar a diseñar el serpentín que se requiere para la transferencia de calor del sistema, por lo que se detalla a continuación.



Donde:

Cilindro Externo -Reactor

A: Es el diámetro interno del cilindro externo = 3 m

B: Es el diámetro externo del cilindro externo = 3,006 m

e: Es el espesor del material del reactor = 0,003 m

H: altura del reactor considerando el espesor del material en la parte inferior y superior del reactor = 1,703 m

Cilindro Interno -Serpentín

Es necesario mencionar que se toma en cuenta como un cilindro interno al volumen que ocupa el serpentín, ya que el diámetro que tiene el tubo que conforma el serpentín viene a representar el espesor que tiene el cilindro interno; a continuación se detallan estos datos.

C: Es el diámetro interno del cilindro interno = 2,6 m

D: Es el diámetro externo del cilindro interno = 2,7778 m

H_S: Altura del serpentín = 1,297 m

X: Es el espacio que separa el cilindro externo del interno = 0,2 m

d_o: Es el diámetro del tubo de acero que conforma el serpentín; según el libro: *Kern "Transferencia de Calor"*, es conveniente utilizar en el diseño de serpentín el tubo de acero de 3 pulgadas, por lo que este será el seleccionado para nuestro diseño, por lo cual de la página 949, tabla 11 del mismo libro mencionado se recaba los siguientes datos:

- **DE:** diámetro externo del tubo de acero = 3,50 pulgadas = 0,0889 m
- **DI:** diámetro interno del tubo de acero = 3,068 pulgadas = 0,0779 m

Entonces el valor de $\mathbf{d_o}$ será **0,0889 m**

Cálculos:

$$\mathbf{D = C + 2d_o}$$

$$\mathrm{D} = 2{,}6\ \mathrm{m} + (2 \times 0{,}0889\ m)$$

$$\mathrm{D} = 2{,}7778\ \mathrm{m}$$

- **Radio del serpentín:**

$$\mathrm{r} = \frac{\mathrm{D}}{2} = \frac{2{,}7778\ \mathrm{m}}{2} = 1{,}3889\ \mathrm{m}$$

- **Espacio entre cada vuelta del serpentín:**

$$\mathbf{P = 1{,}5 \times d_o}$$

$$\mathrm{P} = 1{,}5 \times (0{,}0889\ m)$$

$\mathrm{P} = 0{,}13335\ \mathrm{m}$

- **Número de vueltas teórico del serpentín:**

$$\mathbf{N_T = \frac{H_S}{P}}$$

$$\mathrm{N_T} = \frac{1{,}297\ \mathrm{m}}{0{,}13335\ \mathrm{m}}$$

$\mathrm{N_T} = 9{,}72 \approx 9\ \mathrm{vueltas}$

- Longitud del serpentín:

$$\mathbf{L = N\sqrt{(2\pi r)^2 + P^2}}$$

$$\mathrm{L} = 9\sqrt{(2\pi \times 1{,}3889\ \mathrm{m})^2 + (0{,}13335\ m)^2}$$

$\mathrm{L} = 78{,}55\ \mathrm{m} \approx 79\ \mathrm{m}$

3.7.1.3. Diseño del reactor con el Serpentín

Se debe realizar un ajuste al dimensionamiento del reactor, ya que inicialmente se calculó su volumen según el volumen de la mezcla a tratar, por lo que no se consideró el volumen que ocupa el serpentín; por ello, a continuación se harán los ajustes correspondientes considerando estos aspectos.

Radio del tubo del serpentín

$$\mathbf{r_{tubo} = \frac{DE}{2}}$$

$$\mathrm{r_{tubo}} = \frac{0{,}0889\ \mathrm{m}}{2} = 0{,}04445\ m$$

- Volumen del serpentín

$$\mathbf{V_{serpentin} = \pi r_{tubo}^2 L}$$

$$\mathrm{V_{serpentin}} = \pi \times (0{,}04445\ m)^2 \times 79\ \mathrm{m}$$

$$\mathrm{V_{serpentin}} = 0{,}49\ m^3$$

- **Volumen final del reactor con serpentín**

$$\mathbf{V_{final} = V_{reactor} + V_{serpentin}}$$

$$V_{final} = 12\ m^3 + 0{,}49\ m^3$$

$$V_{final} = 12{,}49\ m^3$$

- **Altura total del reactor con serpentín**

$D_{reactor}$ = 3 m

$$\mathbf{V = \frac{\pi}{4} D^2_{reactor} H}$$

Despejando H

$$\mathbf{H = \frac{4V_{final}}{\pi D^2_{reactor}}}$$

$$H = \frac{4 \times 12{,}49\ m^3}{\pi \times (3\ m)^2}$$

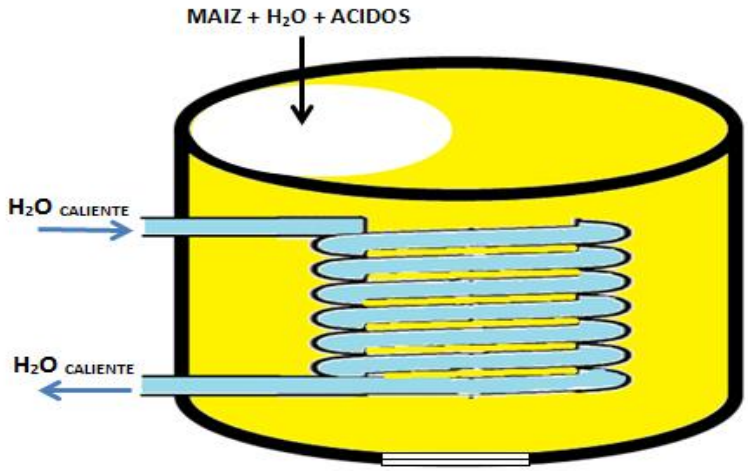
$$\mathbf{H = 1{,}767\ m}$$

A continuación en el cuadro III-7, se muestra un resumen de las dimensiones calculadas del reactor con serpentín.

CUADRO III-7: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL REACTOR CON SERPENTÍN

Descripción	Unidades	Cantidad
Capacidad del reactor de Acero inoxidable	m^3/día	12
Altura reactor	m	1,767
Diámetro reactor	m	3
Longitud del serpentín	m	79
Diámetro del tubo del serpentín	m	0,0889
Número de vueltas del serpentín	vueltas	9
Espacio entre cada vuelta del serpentín	m	0,13335

Fuente: Elaboración Propia



3.8. BALANCE DE ENERGIA

3.8.1 Reactor con Serpentín para el Hinchamiento del grano de Maíz

Se debe mencionar que esta etapa es un proceso discontinuo; según la experiencia del proceso que describe *el libro formoso 13ª edición*, el tanque con serpentín debe realizar el hinchamiento del maíz con el agua ácida mencionada anteriormente durante 24 horas, a una temperatura constante de 50 °C, por lo que será aplicable para la obtención de almidón para un mejor rendimiento.

Para el balance de energía de este proceso de hinchamiento del grano se debe analizar desde 2 etapas diferentes, las cuales son: etapa de Calentamiento y etapa de conservación de temperatura.

3.8.1.1. Etapa de Calentamiento

En esta etapa de calentamiento se pretende calentar la mezcla de 20 °C hasta 50 °C, para obtener un mejor rendimiento de almidón, se debe señalar que esta etapa se realizará en un tiempo de 6 horas, según la experiencia de procesos similares que describe *el libro formoso 13ª edición.*

Datos

Temperatura Inicial de la Mezcla = $\mathbf{T_1}$ = 20 °C

Temperatura de Salida de la Mezcla = $\mathbf{T_2}$ = 50 °C

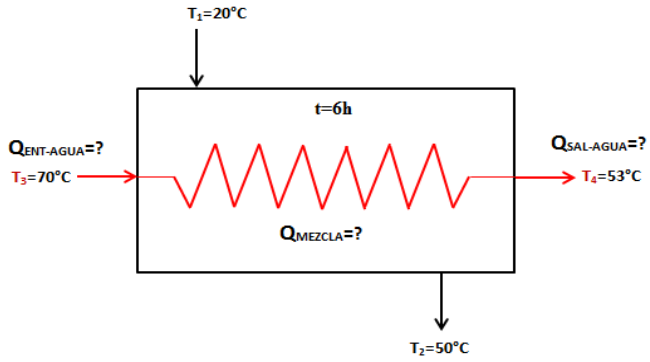
Temperatura de Entrada del agua caliente = $\mathbf{T_3}$ = 70 °C

Temperatura de Salida del agua caliente = $\mathbf{T_4}$ = 53 °C

Tiempo teórico = t = 6 h

$m_{total\ de\ la\ mezcla}$ = 9467,46 kg

Cp_{mezcla}=0,1020 $\frac{KJ}{kg\ °C}$ = 0,02436168 $\frac{Kcal}{kg\ °C}$



$$\boldsymbol{Q = m * Cp * \Delta T}$$

$$Q_{Ganado\ Mezcla} = m_{Mezcla} * Cp_{Mezcla} * (T_2 - T_1)$$

$$Q_{Ganado\ Mezcla} = 9467{,}46\ kg * 0{,}02436168 \frac{Kcal}{kg\ °C} * (50 - 20)\ °C$$

$\boldsymbol{Q_{Ganado\ Mezcla} = 6919,29\ Kcal}$. Calor requerido para calentar la mezcla total en 6 horas.

Cálculo para encontrar la masa de agua caliente:

$\boldsymbol{Cp_{H2O}} = 1{,}0\ \frac{Kcal}{kg\ °C}$ $\quad - - - \rightarrow$ Temperatura del H_2O = 25 °C

$\boldsymbol{Q_{Ganado\ Mezcla} = Q_{Cedido\ por\ el\ agua}}$

$Q_{Cedido\ por\ el\ H2O} = m_{H2O} * Cp_{H2O} * \Delta T$

$m_{H2O} = \frac{Q_{Cedido\ por\ el\ H2O}}{Cp_{H2O} * \Delta T}$

$m_{H2O} = \frac{6919{,}29\ kcal}{1{,}0\ \frac{Kcal}{kg\ °C} * (70-53)°C} = \boldsymbol{407,02\ kg}$ *de H_2O requerido para la etapa de calentamiento.*

Cálculo para encontrar el calor de entrada del agua Caliente:

$\boldsymbol{Q_{Ent.-Agua} = m_{H2O} * Cp_{H2O} * \Delta T}$

$Q_{Ent.-Agua} = 407{,}02\ kg * 1{,}0 \frac{Kcal}{kg\ °C} * (70 - 25)\ °C$

NOTA: Los 25 °C es la temperatura referencial del valor del Cp_{H2O} sacado de tablas.

$\boldsymbol{Q_{Ent.-Agua} = 18315,90\ Kcal}$.

Cálculo para encontrar el calor de salida del agua Caliente:

$\boldsymbol{Q_{Sal.-Agua} = m_{H2O} * Cp_{H2O} * \Delta T}$

$$Q_{Sal-Agua} = 407{,}02\ kg * 1{,}0 \frac{Kcal}{kg\ °C} * (53 - 25)\ °C$$

NOTA: Los 25 °C es la temperatura referencial del valor del Cp_{H2O} sacado de tablas.

$$Q_{Sal.-Agua} = 11396{,}56\ \ Kcal.$$

Considerando el calor de pérdida que existe a la salida del reactor, según la experiencia *del libro kreyszi*, el calor de salida del agua será:

$$Q_{Sal.-Agua} = 11396{,}56\ Kcal - 683{,}79\ \ Kcal$$

$$\boldsymbol{Q_{Sal.-Agua} = 10712{,}77\ \ Kcal.}$$

Según la experiencia de procesos similares que describe *el libro kreyszi*, se estima que el rango de perdida de calor durante la etapa de calentamiento de la mezcla se define un valor aproximado de 0,06% del valor del calor de salida del agua, ya que ocurre en este punto.

$$11396{,}56\ Kcal. - - - - - - - -\ 100\%$$
$$683{,}79\ = x\ - - - - - - - -\ 0{,}06\%$$

$$\boldsymbol{Q_{Perdida} = 683{,}79\ \ Kcal.}$$

El balance total de energía es:

$$\boldsymbol{Q_{Total} = Q_{Gan.-\ Mezcla} + Q_{Sal.-Agua} + Q_{Perdida}}$$

$$\boldsymbol{Q_{Total}} = 6919{,}29\ \ Kcal + 10712{,}77\ \ Kcal + 683{,}79\ \ Kcal$$

$$\boldsymbol{Q_{Total}} = 18315{,}90\ Kcal = \frac{18.315{,}90 Kcal}{6\ h_{\longrightarrow Tiempo\ Teorico}} = 3.052{,}65\ \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} = \mathbf{3{,}54\ kW}$$

Se puede concluir esta etapa mencionando que se demostró que el calor entregado por el agua es igual al requerido por todo el proceso de calentamiento.

$$Q_{Ent.-Agua} = Q_{Total}$$

$$18315{,}90\ Kcal = 18315{,}90\ Kcal.$$

3.8.1.2. Conservación de la mezcla a temperatura constante

En esta etapa se debe mantener la mezcla a temperatura constante de 50 °C durante 24 horas, para un mejor rendimiento de almidón, según la experiencia de procesos similares que describe *el libro formoso 13ª edición, página 498.*

Para esto se aplicara la *Ley de Calentamiento de Newton*, la cual establece que la tasa de transferencia de calor que abandona una superficie a una temperatura $\mathbf{T_s}$ para pasar a un fluido del entorno a temperatura $\mathbf{T_F}$, está representada por la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{Q_{Conveccion\ natural} = h * A * (T_S - T_F)}$$

Aplicando esta ecuación encontramos el valor de **h**, el cual es el coeficiente superficial de transferencia de calor (*h*):

$$h = \frac{Q_{Ganado\ Mezcla}}{A_{serp.} * (T_S - T_F)} = \frac{6919{,}29\ Kcal}{(6{,}98 m^2) * (70 - 50)°C} = 49{,}56 \frac{Kcal}{m^2 °C}$$

Por definición, el coeficiente superficial de transmisión de calor **h**, es la transmisión térmica por unidad de área hacia o desde una superficie en contacto con aire u otro fluido, debido a la convección, conducción y radiación, dividida por la diferencia de temperatura entre la superficie del material y la temperatura del fluido.

Cálculo del área del serpentín:

$$A_{serp.} = 2r_{tubo} * L = 2 * (0{,}044\ m) * (78{,}55\ m) = 6{,}98\ m^2$$

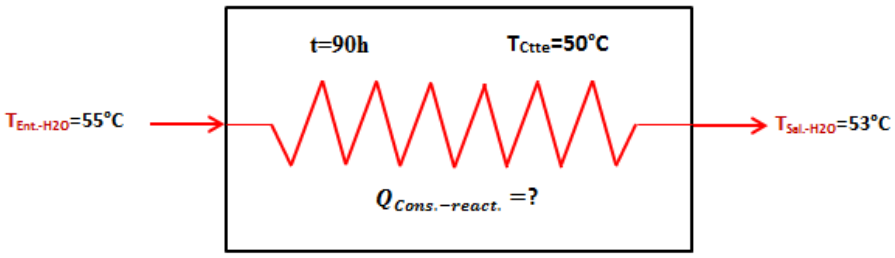
Cálculo del área de transferencia de calor del reactor:

$$A_{Reactor} = 2\pi * r * H$$

$$A_{Reactor} = 2\pi * (1{,}5\ m) * (1{,}76\ m)$$

$$A_{Reactor} = 16{,}65\ m^2$$

Cálculo del calor requerido para conservar la mezcla a temperatura constante de 50 °C:



$$Q_{Temp.\ Const.} = \boldsymbol{h} * A_{Reac.} * (T_S - T_F)$$

$$Q_{Temp.\ Const.} = \left(49{,}56\frac{Kcal}{m^2°C}\right) * (16{,}65\ m^2) * (55-50)°C$$

$$\boldsymbol{Q_{Temp.\ Const.} = 4125{,}87\ Kcal.}$$

$$\boldsymbol{Q_{Temp.\ Const.}} = 16505{,}14\frac{Kcal}{h} * 90\ h = 371328{,}30\ Kcal.$$

Cálculo para encontrar la masa de agua requerida para esta etapa:

$$\boldsymbol{Q_{Temp.\ Const.} = m_{H2O} * Cp_{H2O} * \Delta T}$$

$$\boldsymbol{m_{H2O}} = \frac{Q_{Temp.\ Const.}}{Cp_{H2O} * \Delta T} = \frac{371328{,}30\ \ Kcal}{\left(1{,}0\frac{Kcal}{Kg\ °C}\right) * (55-53)°C}$$

$\boldsymbol{m_{H2O} = 185664{,}15\ Kg}$ masa de H_2O caliente

Según la experiencia que describe *el libro kreyszi*, se estima que el rango de perdida de calor del reactor para esta etapa es un valor aproximado de 3% del valor del calor para conservar la mezcla a temperatura constante.

$371328{,}30\ Kcal. - - - - - - -\ 100\%$

$11139{,}84\ Kcal\ = x\ - - - - - - -\ 3\%$

$\boldsymbol{Q_{Perdida} = 11139{,}84\ Kcal.}$

El balance total de energía es:

$$\boldsymbol{Q_{Total} = Q_{Temp.\ Const.} - Q_{Perdida}}$$

$$Q_{Total} = 371328{,}30\ \ Kcal - 11139{,}84\ \ Kcal$$

$$\boldsymbol{Q_{Total}} = 360188{,}46\ Kcal = \frac{360188{,}46\ \ Kcal}{48\ h_{\longrightarrow Tiempo\ Teorico}} = 7503{,}93\frac{\text{Kcal}}{\text{h}} = \mathbf{7{,}50\ kW}$$

3.9. DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS

Para realizar el dimensionamiento de algunos equipos en algunos casos es necesario trabajar en forma volumétrica, por lo que se obtiene estos valores con los datos de cantidad de masa y las densidades correspondientes de cada fluido a utilizar, los equipos a dimensionar en general son tanques verticales, por lo que es necesario conocer el volumen que ocupa la mezcla durante cada etapa.

Para algunos equipos solo se necesita la cantidad de masa a tratar, ya que en la línea de producción existen molinos, tamiz y otros, por lo que mediante cotizaciones a diferentes empresas se determina las especificaciones técnicas para lo requerido por el proceso.

A continuación se detalla los cálculos requeridos para el dimensionamiento de algunos equipos.

3.9.1. Reactor con Serpentín - Tanque Intercambiador

Volumen de salida considerando las pérdidas:

Cálculo del volumen de mezcla que sale del reactor con serpentín:

$\boldsymbol{V} = 8.881{,}74\ \text{L} \approx 8.882\ \text{L}$

Considerando la pérdida correspondiente (0,07%) que se tiene en el reactor, tenemos lo siguiente:

$\boldsymbol{V_{Sal.-Reactor}} = 8.8.882\ \text{L} - 6{,}21\ \text{L} = \mathbf{8.875{,}79 \approx 8.876\ L}$

3.9.2. Recolector- Distribuidor

Los datos del volumen se los obtiene del siguiente cálculo:

$\boldsymbol{V_{ent-Recolec.}} = \mathbf{8.876\ L}$

Volumen considerando el factor de sobrediseño

$\mathbf{V_{rec-dis} = V_{total} \times factor\ de\ sobrediseño}$

$V_{rec-dis} = 8.876\ \text{L} \times 1{,}2$

$$\mathbf{V_{rec-dis}} = 10.651{,}2\ \text{L} \approx 11.000\ \text{L} \approx \mathbf{11}\ \boldsymbol{m^3}$$

Por otro lado, se considera que el recolector tendrá un: **Diametro = 3 m,** con lo que podemos hallar su altura.

$$\mathbf{V} = \frac{\boldsymbol{\pi}}{\mathbf{4}} \times \mathbf{D^2} \times \mathbf{H} \quad \text{despejamos } \mathbf{H} \quad \rightarrow \quad \mathbf{H} = \frac{\mathbf{4V_{rec-dis}}}{\boldsymbol{\pi} \times \boldsymbol{D^2}}$$

Reemplazando:

$$\mathbf{H} = \frac{4 \times 11\ m^3}{\pi \times (3\ m)^2} = \mathbf{1,556\ m}$$

3.9.3. Elevador de Cangilones

La capacidad a tratar en esta etapa del proceso se lo obtiene del siguiente cálculo:

Volumen de Entrada:

8.876 L ⟶ Volumen de mezcla que entra al recolector.

− 7,99 L ⟶ Pérdida a la salida del recolector (0,09%)

− 4,44 L ⟶ Pérdida a la salida del molino de disco (0,05%)

8.863,56 L ≈ 8.864 L ⟶ Volumen Total que entra a la Bandeja Transportadora

Volumen de salida considerando las pérdidas:

8.864 L ⟶ Volumen de mezcla que entra a la bandeja transportadora

− 7,09 L ⟶ Pérdida a la salida de la bandeja transportadora (0,08%)

8.856,47 L ⟶ Volumen de salida de la Bandeja Transportadora

3.9.4. Reactor de Ablandamiento

Los datos de volumen se los obtiene del siguiente cálculo:

Volumen de Entrada:

$\mathbf{V_{sal.-\ Bandeja\ transportadora}} = \mathbf{V_{mezcla\ 1}} = 8.856,47$ L

Durante la etapa de ablandamiento a la mezcla se le adiciona insumos, los cuales son:

- $\mathbf{V_{mezcla\ 1}} = 8.856,47$ L
- $\mathbf{V_{H2O}} = 614$ L
- $\mathbf{m_{0,1\%\ Acid.\ clorhidrico}} = 0,61$ kg $= 0,591$ L
- $\mathbf{m_{0,5\%\ Acid.\ sulfuroso}} = 3,07$ kg $= 2,89$ L

$\mathbf{V_{TOTAL\ ent.-Reactor\ Abland.}} = \mathbf{V_{Mezcla\ 2}} = \mathbf{9.473,95\ L}$

Cálculo Auxiliar:

$$V_{0,1\%A.clorh} = \frac{m_{\ 0,1\%A.clorh}}{\rho_{0,1\%A.clorh}} = \frac{0{,}61\ kg}{1{,}031\ \frac{kg}{L}} = 0{,}591\ \ L$$

$$V_{0,5\%A.\ Sulf.} = \frac{m_{\ 0,5\%A.\ Sulf}}{\rho_{0,5\%A.\ Sulf}} = \frac{3{,}07\ kg}{1{,}062\ \frac{kg}{L}} = 2{,}89\ \ L$$

Volumen considerando el factor de sobrediseño:

$$\mathbf{V_{reactor\ Abl.}} = \mathbf{V_{Mezcla\ 2}} \times \mathbf{factor\ de\ sobrediseño}$$

$$V_{\text{reactor Abl.}} = 9.473{,}95\ \text{L} \times 1{,}3$$

$$\mathbf{V_{reactor\ Abl.}} = \mathbf{12.316{,}13\ L} \approx \mathbf{12.500 L} \approx \mathbf{12{,}5\ m^3}$$

Por otro lado, se considera que el reactor tendrá un: **Diametro = 3 m,** con lo que podemos hallar su altura.

$$\mathbf{V} = \frac{\boldsymbol{\pi}}{\mathbf{4}} \times \mathbf{D^2} \times \mathbf{H} \quad \text{despejamos } \mathbf{H} \quad \rightarrow \quad \mathbf{H} = \frac{\mathbf{4V_{reactor\ Abl.}}}{\boldsymbol{\pi} \times \boldsymbol{D^2}}$$

Reemplazando:

$$\mathbf{H} = \frac{\mathbf{4 \times 12{,}5\ m^3}}{\boldsymbol{\pi} \times (\mathbf{3\ m})^2} = \mathbf{1{,}768\ m} \approx \mathbf{1{,}8\ m}$$

Volumen de salida del reactor de ablandamiento considerando las pérdidas:

9.473,95 L ⟶ Volumen de mezcla que entra al reactor de ablandamiento

− 2,84 L ⟶ Pérdida a la salida del reactor (0,03%)

9.471,11 L ⟶ Volumen de salida de la **Mezcla 2** del reactor de ablandamiento

3.9.5. Tamiz Rotativo

La capacidad que debe tratar el tamiz en esta etapa se lo obtiene del siguiente cálculo:

Volumen de Entrada:

$V_{\text{sal. React. Abland.}} = V_{\text{Sal. Mezcla 2}} = 9.471{,}11$ L

Durante el tamizado a la mezcla se le adiciona insumos, los cuales son:

- $\mathbf{V_{sal.\ Mezcla\ 2}}$ = 9.471,11 L
- $\mathbf{V_{H2O}}$ = 4000 L

$\mathbf{V_{TOTAL\ ent.\text{-}Tamiz} = V_{Mezcla\ 3} = 13.471{,}11\ L \approx 13.480\ L}$

Volumen de Salida del tamiz considerando las pérdidas:

13.471,11 L ⟶ Volumen que entra al tamiz
− 957,16 L ⟶ esto es igual a 1179,23 Kg de germen que se separa de la mezcla durante el tamizado.
− 1,25 L ⟶ Pérdida a la salida del tamiz (0,01%)
12.512,7 L ⟶ Volumen de **Mezcla 3** que sale del tamiz.

3.9.6. Tanque con agitador - Recolector

Los datos de capacidad y dimensión se los obtiene del siguiente cálculo**:**

Volumen de Entrada:

$V_{Sal.\ Mezcla\ 3} = \mathbf{V_{Ent.\text{-}Recol} = 12.512{,}7\ L}$

Volumen considerando el factor de sobrediseño

$$\mathbf{V_{reac-rec.} = V_{Ent.-Recol.} \times factor\ de\ sobrediseño}$$

$$V_{reac-rec.} = 12.512{,}7\ L \times 1{,}3$$

$$\mathbf{V_{reac-rec.} = 16{,}266{,}51\ L \approx 16.500\ L \approx 16{,}5\ m^3}$$

Por otro lado, se considera que el reactor tendrá un: **Diámetro = 4 m,** con lo que podemos hallar su altura.

$$\mathbf{V = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H} \quad \text{despejamos } \mathbf{H} \quad \rightarrow \quad \mathbf{H = \frac{4V_{reac-rec.}}{\pi \times D^2}}$$

Reemplazando:

$$\mathbf{H = \frac{4 \times 16{,}5\ m^3}{\pi \times (4\ m)^2} = 1{,}31\ m \approx 1{,}35\ m}$$

Volumen de Salida del recolector considerando las pérdidas:

12.512,7 L ⟶ Volumen que entra al recolector
− 2,50 L ⟶ Pérdida a la salida del recolector (0,02%)
12.510,2 L ⟶ Volumen de **Mezcla 3 que sale del recolector.**

3.9.7. Reactor de Refinación

Los valores de la capacidad y las dimensiones se los obtiene del siguiente cálculo**:**

3.9.7.1. Etapa 1 de Refinacion:

Durante esta etapa a la Lechada de almidon se le adiciona insumos, los cuales son:

- $\mathbf{V_{mezcla\ 3\ que\ sale\ del\ recolector}}$ = 12.510,2 L
- $\mathbf{V_{H2O}}$ = 120 L
- $\mathbf{m_{Carbonato\ sodico}}$ = 30 kg = 11,81 L

$\mathbf{V_{TOTAL}} = \mathbf{V_{Mezcla\ 4}} = \mathbf{12.642,01\ L}$

Cálculo Auxiliar:

$$V_{Carb.\ Sodico} = \frac{m_{\ Carb.\ Sodico}}{\rho_{Carb.\ Sodico}} = \frac{30\ kg}{2{,}54\frac{kg}{L}} = 11{,}81\ L$$

Volumen de Entrada:

$V_{Mezcla\ 4}$ = 12.642,01 L

Volumen considerando el factor de sobrediseño

$$\mathbf{V_{reac-ref}} = \mathbf{V_{Mezcla\ 4}} \times \mathbf{factor\ de\ sobrediseño}$$

$$V_{reac-ref} = 12.642{,}01\ \text{L} \times 1{,}3$$

$$\mathbf{V_{reac-ref}} = 16.434{,}61\ \text{L} \approx 16.500\ \text{L} \approx \mathbf{16{,}5\ m^3}$$

Por otro lado, se considera que el reactor de refinamiento tendrá un: **Diámetro = 4 m,** con lo que podemos hallar su altura.

$$\mathbf{V} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H \quad \text{despejamos } \mathbf{H} \quad \rightarrow \quad \mathbf{H} = \frac{\mathbf{4V_{reac-ref.}}}{\boldsymbol{\pi} \times \boldsymbol{D^2}}$$

Reemplazando:

$$\mathbf{H} = \frac{4 \times 16{,}5\ m^3}{\pi \times (4\ m)^2} = \mathbf{1{,}31\ m \approx 1{,}35\ m}$$

Volumen al finalizar la 1ra Etapa:

En el balance de materia presentado anteriormente, se muestra que en esta etapa se logra separar de la lechada de almidon 9493,71 kg de solucion y 6,29 kg de materia prima o almidon.

$$m_{mat.-alm.} = 6{,}29\ \text{kg} \quad --\rightarrow V_{mat.-alm} = 4{,}19\ L$$

$m_{solucion} = 9493{,}71\ kg \longrightarrow V_{solucion} = 9.217{,}19\ L$

$\rho_{almidon} = 1{,}5\,\frac{kg}{L}$

$\rho_{Mezcla\ 4} = 1{,},{,}03\,\frac{kg}{L}$

Calculo Auxiliar:

$$\rho_{Mezcla\ 4} = \frac{m_{\ Mezcla\ 4}}{V_{Mezcla\ 4}} = \frac{13021{,}60\ kg}{12642{,}01\ L} = 1{,}03\,\frac{kg}{L}$$

$$V_{mat.-alm} = \frac{6{,}29kg}{1{,}5\,\frac{kg}{L}} = 4{,}19\ L$$

$$V_{solucion} = \frac{9493{,}71kg}{1{,}03\,\frac{kg}{L}} = 9.217{,}19\ L$$

$V_{Final\ 1\ Etapa} = V_{Mezcla\ 4} - V_{mat.-alm} - V_{solucion}$

$V_{Final\ 1\ Etapa} = 12.642{,}01\ \text{L} - 4{,}19\ L - 9.217{,}19\ L$

$\boldsymbol{V_{Final\ 1\ Etapa}} = \mathbf{3.420{,}63\ L}$itros de lechada al finalizar la 1ra Etapa.

3.9.7.2. Etapa 2 de Refinación:

Durante esta etapa a la Lechada de almidón se le adiciona insumos, los cuales son:

- $\mathbf{V_{Final\ 1\ Etapa}}$ = 3.420,63 L
- $\mathbf{V_{H2O}}$ = 7.830 L
- $\mathbf{m_{0{,}3\%\ A.\ Sulfuroso}}$ = 23,50 kg = 12,77 L

} $\mathbf{V_{Mezcla\ 5} = V_{Entrada} = 11.263{,}40\ L}$

Cálculo Auxiliar:

$$V_{\mathbf{0{,}3}\%\ \text{A.Sulfuroso}} = \frac{m_{\ \mathbf{0{,}3}\%\ \text{A.Sulfuroso}}}{\rho_{\mathbf{0{,}3}\%\ \text{A.Sulfuroso}}} = \frac{23{,}50\ kg}{1{,}84\,\frac{kg}{L}} = 12{,}77\ L$$

Volumen al finalizar la 2da Etapa:

En el balance de materia presentado anteriormente, se muestra que en esta etapa se logra separar nuevamente de la lechada de almidón 8488,59 Kg de solución y 11,41 Kg de materia prima o almidón.

$m_{mat.-alm.} = 11{,}41\ \text{kg} \longrightarrow V_{mat.-alm} = 7{,}60\ L$

$m_{solucion} = 8.488{,}59\ kg \longrightarrow V_{solucion} = 8.404{,}54\ L$

$\rho_{almidon} = 1{,}5\,\frac{kg}{L}$

$\rho_{Mezcla\ 5} = 1{,},01\,\frac{kg}{L}$

Cálculo Auxiliar:

$$\rho_{Mezcla\ 5} = \frac{m_{\ Mezcla\ 5}}{V_{Mezcla\ 5}} = \frac{11.375{,}10\ kg}{11.263{,}40\ L} = 1{,}01\,\frac{kg}{L}$$

$$V_{mat.-alm} = \frac{11{,}41\ kg}{1{,}5\,\frac{kg}{L}} = 7{,}60\ L$$

$$V_{solucion} = \frac{8488{,}59\ kg}{1{,}01\,\frac{kg}{L}} = 8.404{,}54\ L$$

$$V_{Final\ 2\ Etapa} = V_{Mezcla\ 5} - V_{mat.-alm} - V_{solucion}$$

$$V_{Final\ 2\ Etapa} = 11.263{,}40\ \text{L} - 7{,}60\ L - 8.404{,}54\ L$$

$\boldsymbol{V_{Final\ 2\ Etapa}} = \mathbf{2851{,}26\ L}$itros de lechada de almidón al finalizar la 2da Etapa.

3.9.7.3. Etapa 3 de Refinación:

Durante esta etapa a la mezcla se le adiciona

- **$V_{Final\ 2\ Etapa}$** = 2851,26 L
- **V_{H2O}** = 7830 L

} **$V_{Mezcla\ 6} = V_{Entrada}$= 10.681,26 L**

Cálculo Auxiliar:

$$V_{Carb.\ Sodico} = \frac{m_{\ Carb.\ Sodico}}{\rho_{Carb.\ Sodico}} = \frac{30\ kg}{2{,}54\,\frac{kg}{L}} = 11{,}81\ L$$

Volumen de Salida considerando pérdidas:

10.681,26 L ⟶ Volumen Total

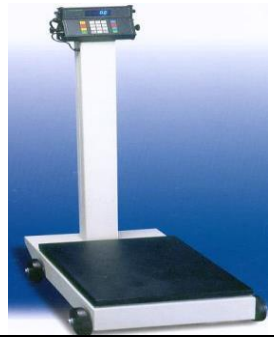
− 6,40 L ⟶ Pérdida a la salida del reactor de refinacion (0,06%).

10.674,86 L

$\boldsymbol{V_{Final\ Refinacion}} = \mathbf{10.674{,}86\ L}$itros de lechada de almidón que sale del reactor.

A continuación, en el Cuadro III-8, se detalla las especificaciones técnicas de los equipos requeridos en el proceso de elaboración del Almidón de Maíz.

CUADRO III-8: CUADRO RESUMEN DE LAS ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS REQUERIDOS EN EL PROCESO EN BASE A CÁLCULOS Y COTIZACIONES

Nº	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	DIAGRAMA DEL EQUIPO	CONDICIONES DE TRABAJO	OBSERVACIONES
1	**Balanza:** - Capacidad máxima = 1000 kg - Dimensiones de Plataforma = 0,8x0,5 m - Altura = 1m - Potencia de trabajo = 0,015 kW		**P** = Presión atm **T** = T_{amb}= 25 ºC $t_{operación}$= 1 h	**Marca:** TOLEDO **Modelo**: 2124
2	**Clasificadora Limpiadora:** - Capacidad = 500 kg/h - Dimensiones = L*A*H: 1,20 m*0,7 m*1,5 m - Potencia del motor:=7 HP= 5,22 kW		**P** = Presión atm **T** = T_{amb}= 25 ºC $t_{operación.}$= 6,2 h	**Marca:** Construcciones PRESI **Modelo**: C-1

Nº	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	DIAGRAMA DEL EQUIPO	CONDICIONES DE TRABAJO	OBSERVACIONES
3	**Elevador de Cangilones:** - Capacidad de Carga del equipo = 8 t/h - Dimensiones del elevador = L*A*H: 1 m*2,5 m* 8,5 m - Dimensiones de la Tolva = L*A*H: 0,8 m*0,6 m*0,8 m - Bandejas Internas = 50 - Potencia de trabajo = 5 kW		**P** = Presión atm **T** = T_{amb}= 25 ºC $t_{operación.}$= 0,3 h	- **Marca:** JINZHEN - **Modelo**: TD-410 - Masa a transportar en el proceso: 3097,52 kg.
4	**Reactor con Serpentín:** - Capacidad = 12 m^3/día - Dimensiones = H*D 1,8 m*3 m - Diámetro de boca de ingreso = 0,4 m - Tipo de techo =Techo excéntrico / Base cónica - Diámetro de salida total = 0,15 m (6 pulg) - Longitud del serpentín = 79 m - Diámetro del tubo del serpentín = 0,0889 m - Número de vueltas del serpentín = 9 vueltas - Espacio entre cada vuelta del serpentín = 0,133 m - Calor requerido = 11,04 Kw		**P** = Presión atm **T_{op}** = 50 a 60 ºC $t_{operación.}$= 24 h	**Marca:** ACERO INOX **Modelo**: RS-1 Este tanque intercambiador tendrá 5 patas de 0.9 m con base reforzada y reguladores de nivel en cada pata; para seguridad llevará una válvula de presión y vacío en la parte superior, también contará con un termómetro de temperatura tipo reloj.

Nº	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	DIAGRAMA DEL EQUIPO	CONDICIONES DE TRABAJO	OBSERVACIONES
5	**Reactor Recolector- Distribuidor:** - Material: Acero Inoxidable - Capacidad: 11 m^3/día - Dimensiones: H*D: 1,6 m*3 m - Tipo de techo =Techo cónico - Diámetro de boca de ingreso= 0,5 m - Base cónica - Diámetro de salida total = 0,15 m (6 pulg)		**P =** Presión atm $\mathbf{T_{op}}$ = T_{amb}= 25 ºC $t_{operación.}$= 1 h	**Marca:** ACERO INOX **Modelo**: RD-1 Este tanque distribuidor con techo y base cónica tendrá 5 patas de 0,9 m de alto, con reguladores de nivel, además contará con una válvula de descarga de 6 pulgadas de diámetro tipo mariposa más válvula de presión vacío de 2 pulgadas en el techo.
6	**Molino de Discos:** - Material: Acero Inoxidable - Capacidad: 3.180 kg/h - Dimensiones: L*A*H: 0,9 m*0,6 m*1,4 m - Potencia de motor: 12 HP=8,95 Kw		**P =** Presión atm $\mathbf{T_{op}}$ = T_{amb}= 25 ºC $t_{operación.}$= 3 h	**Marca:** Construcciones PRESI **Modelo**: MD-1

Nº	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	DIAGRAMA DEL EQUIPO	CONDICIONES DE TRABAJO	OBSERVACIONES
7	**Elevador de Cangilones:** - Capacidad de Carga del equipo: 9 t/h - Dimensiones del elevador: L*A*H: 1 m*2,5 m* 7,5 m - Dimensiones de la Tolva: L*A*H: 0,8 m*0,6 m*0,8 m - Bandejas Internas: 40 - Potencia de trabajo: 4 kW		**P** = Presión atm $\mathbf{T_{op}} = T_{amb} = 25\ ^oC$ $t_{operación} = 1$ h	- **Marca:** JINZHEN - **Modelo**: TD-300 - Volumen a tratar en el proceso: 8864 L
8	**Reactor de Ablandamiento:** - Material: Acero Inoxidable - Capacidad: 12,5 m^3/día - Dimensiones: H*D:1,8 m*3 m - Tipo de techo :Techo excéntrico - Diámetro de Boca de ingreso: 0,5 m - Base cónica concéntrica - Diámetro de Boca de salida: 0,15 m (6pulg)		**P** = Presión atm $\mathbf{T_{op}} = T_{amb} = 25\ ^oC$ $t_{operación} = 1$ h	**Marca:** Construcciones PRESI **Modelo**: RD-2 Este tanque tiene techo excéntrico y base cónica concéntrica, además tiene 5 patas de 0,9 m de alto y reguladores de nivel, por otro lado contará con una válvula de descarga de 6 pulgadas de diámetro tipo mariposa más válvula de presión vacío de 2 pulgadas en el techo.

Nº	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	DIAGRAMA DEL EQUIPO	CONDICIONES DE TRABAJO	OBSERVACIONES
9	**Tamiz Rotatorio:** - Capacidad del equipo: 20 m^3/h - Dimensiones Generales: L*A*H: 2 m*1,8 m*1,6 m - Diámetro de tambor: 1,2 m - Potencia de trabajo: 3 kW		**P** = Presión atm $\mathbf{T_{op}} = T_{amb} = 25\ ^oC$ $t_{operación} = 0,5$ h	- **Marca:** XINXIANG - **Modelo**: GS1230 - Volumen a tratar del proceso: 13.480 L/día
10	**Recolector con Agitador:** - Capacidad: 16,5 m^3/día - Dimensiones: H*D: 1,35 m*4 m - Tipo de Techo: Techo cónico concéntrico - Diámetro de Boca de entrada: 0,3 m - Diámetro de boca de salida hacia el costado izquierdo: 0,15 m (6pulg). - Potencia de motor: 4 Hp = 2,98 kW		**P** = Presión atm $\mathbf{T_{op}} = T_{amb} = 25\ ^oC$ $t_{operación} = 0,5$ h	**Marca:** Construcciones PRESI **Modelo**: RA-1 Tanque con techo cónico concéntrico dividido en dos partes y asentado con sistema de bridas con goma sanitaria de sello y 6 patas de 0,5 m de alto. El agitador será montado en el techo sobre un puente reforzado en inoxidable con un moto reductor de 4 Hp con revolución de 20/1, lo cual se adecua con un sistema de poleas a una relación de TRANSMISIÓN de 10 vueltas/m con un agitador de acuerdo al diámetro del cilindro el mismo será fabricado en acero inoxidable, además contará con una salida al costado, para facilitar la descarga.

Nº	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	DIAGRAMA DEL EQUIPO	CONDICIONES DE TRABAJO	OBSERVACIONES
11	**Bomba Centrífuga:** - Caudal máximo: 130 L/min - Altura Máxima: 42 m - Diámetro de Succión: 1 1/4" - Diámetro de Descarga: 1" - Motor: 2 HP- 1,49 kW - Turbinas: De Bronce - Velocidad de motor: 3450 rpm		**P** = Presión atm $\mathbf{T_{op}} = T_{amb} = 25\ ^oC$ $t_{operación} = 1{,}3$ h	- **Marca:** PEDROLLO - **Modelo:** CPM660M - Volumen de líquido a transportar: 12510 Litros de lechada
12	**Reactor de Refinado:** - Capacidad: 16,5 m^3/día - Dimensiones: H*D: 1,35 m*4 m - Tipo de techo: Techo excéntrico - Diámetro de boca de ingreso: 0,5 m - Diámetro de boca de salida: 0,15 m (6pulg). - Altura de Boca Nº1 de Decantado: - Altura de Boca Nº12 de Decantado:		**P** = Presión atm $\mathbf{T_{op}} = T_{amb} = 25\ ^oC$ $t_{operación} = 4{,}2$ h	**Marca:** Construcciones PRESI **Modelo**: RR-1 Este tanque tendrá una base cónica con 6 patas de 0,9 m de alto y con reguladores de nivel, más 3 válvulas de 3 pulgadas de diámetro reguladas para el decantado. Se debe mencionar también que en la boca superior tendrá una válvula de presión al vacío.

Nº	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	DIAGRAMA DEL EQUIPO	CONDICIONES DE TRABAJO	OBSERVACIONES
13	**Decantador Centrífugo:** - Capacidad del equipo: 1-15 m^3/h - Diámetro de Tambor: 0,5 m - Largo de Tambor: 1,8 m - Dimensiones: L*A*H: 2,5 m*0,92 m*1,2 m - Velocidad: 3600 rpm - Potencia de trabajo: 15 kW		**P** = Presión atm $\mathbf{T_{op}} = T_{amb} = 25\ ^oC$ $t_{operación} = 0,5$ h	- **Marca:** JINZHEN - **Modelo**: 600-DAS-2300 - Volumen a tratar en el proceso: 10675 L.
14	**Elevador de Tornillo sin fin:** - Capacidad del equipo: 2 t/h - Ángulo de Carga: 50 ºC - Diámetro de Tubería: 0,114 m - Dimensiones: L*A*H: 3,65 m*0,5 m*5,8 m - Dimensiones de la Tolva: A*H: 0,7 m*0,6 m - Potencia de trabajo: 6 Kw		**P** = Presión atm $\mathbf{T_{op}} = T_{amb} = 25\ ^oC$ $t_{operación} = 1$ h	- **Marca:** JINZHEN - **Modelo**: TS- FW3 - Masa a transportar del proceso: 1924 kg de almidón Es un modelo estándar con cubierta de plástico transparente para evitar el polvo que cae en la tolva, cubierta de acero inoxidable.

Nº	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	DIAGRAMA DEL EQUIPO	CONDICIONES DE TRABAJO	OBSERVACIONES
15	**Molino Pulverizador:** - Capacidad del equipo: 800-1000 kg/h - Dimensiones (Frente, Fondo, altura): L*A*H: 1,8 m*0,75 m*2 m - Descarga: Válvula de Mariposa de 3 Pulgadas - Potencia de motor: 11,19 kW		**P =** Presión atm $\mathbf{T_{op}}$ = T_{amb}= 25 ºC $t_{operación}$= 2 h	- **Marca:** PULVEX - **Modelo**: Pulvex 300 - Masa a tratar en el proceso: 1924 kg
16	**Envasadora:** - Capacidad de Producción: 35 a 40 unidades por minuto - Ancho de Envase: Máximo 20 cm - mínimo 5 cm - Largo de Envase: Máximo 50 cm - mínimo 15 cm - Dimensiones (Frente, Fondo, altura): L*A*H: 1,1 m*2,7 m*2,3 m - Film de envase: Polipropileno y/o laminados diversos desde 30-100 micrones de espesor - Potencia de Motor: 0,75 kW		**P =** Presión atm $\mathbf{T_{op}}$ = T_{amb}= 25 ºC $t_{operación}$= 3 h	- **Marca:** CARLINI- KING KONG - **Modelo**: MMTC/1 - Masa a tratar en el proceso: 1922 kg.

Nº	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	DIAGRAMA DEL EQUIPO	CONDICIONES DE TRABAJO	OBSERVACIONES
17	**Silo de Almacenamiento:** - Capacidad: 15 toneladas - Material: Calamina Galvanizada #26 - Altura: 7 m - Diámetro: 4 m - Descarga: al costado - Diámetro de boca de entrada: 1 m - Diámetro de boca de salida: 0,5 m		**P** = Presión atm $\mathbf{T_{op}} = T_{amb} = 25\ ^{o}C$	- **Marca:** Construcciones PRESI - **Modelo**: SA-1
18	**Caldera de Agua Caliente:** - Potencia: 15.000-70.000 Kcal/h - Ancho de Caldera:0,85 m - Altura con Patas: 1 m - Largo total sin quemador: 1,1 m - Combustible: Gas Natural - Consumo: 2-10 m^3/h		**P** = Presión atm $\mathbf{T_{op}\ ent.} = 50\ ^{o}C$ $\mathbf{T_{op}\ sal.} = 70\ ^{o}C$ $t_{operación} = 24$ h	- **Marca:** LOS ANDES - **Modelo**: APREX-70 Esta caldera cuenta con un termostato límite, válvula de seguridad, termómetro de agua caliente, visor de llama, Bomba de alimentación, quemador presurizado.

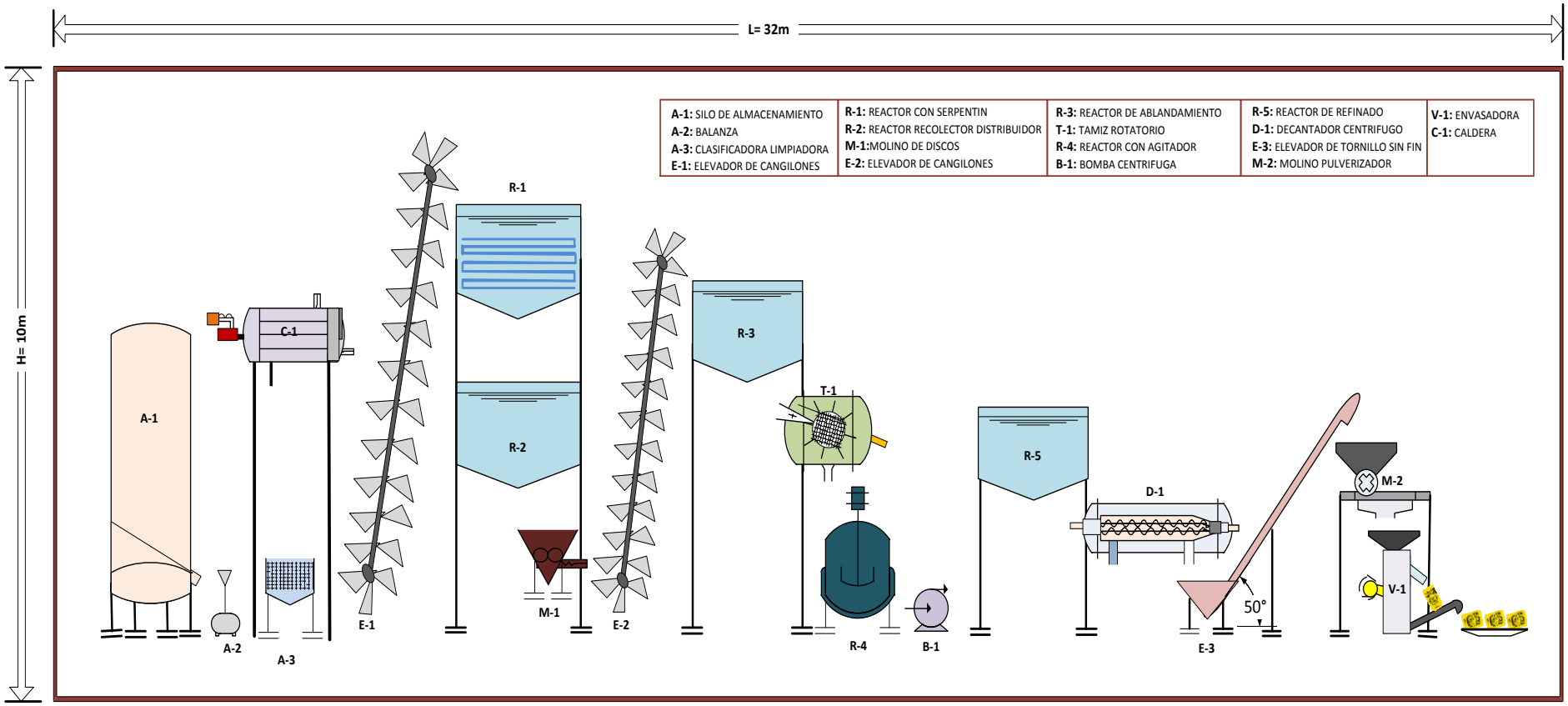
Fuente: Elaboración Propia.

NOTA: Todas las especificaciones técnicas se encuentran en los Anexos: A-2;A-3;A-4;A-5;A-6;A-7;A-8;A-9;A-10;A-11;A-12;A-13;A-14;A-15.

3.10. DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

La distribución de los equipos requeridos para la producción se muestra en el Layout III-2, posteriormente se detalla la descripción general de la planta en el Layout III-3 y Layout III-4.

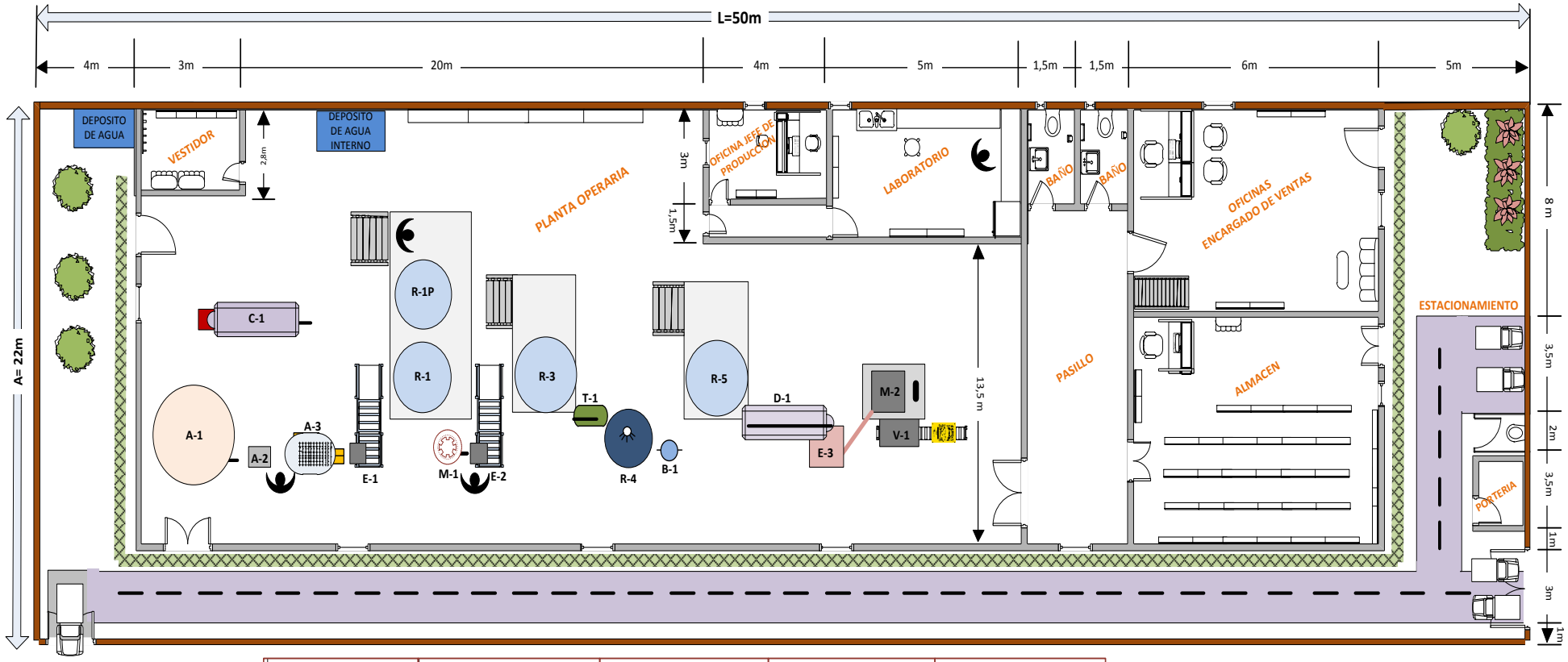
LAYOUT III- 2: DISTRIBUCIÓN DE LOS EQUIPOS EN PLANTA



Fuente: Elaboración Propia.

LAYOUT III-3: DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA EN GENERAL

PLANTA BAJA

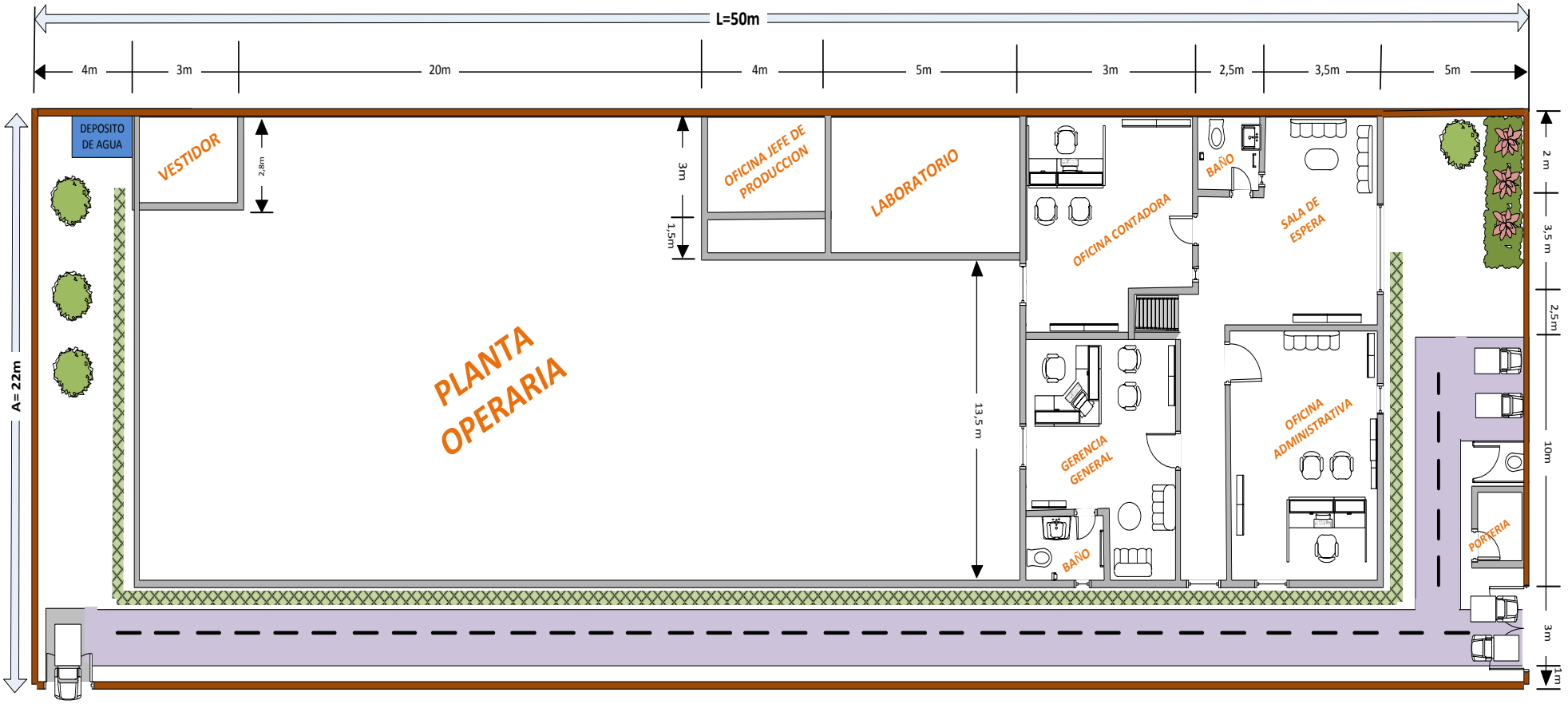


: PASO PEATONAL : PASO VEHICULAR : PARED EXTERNA : PARED INTERNA	**A-1:** SILO DE ALMACENAMIENTO **A-2:** BALANZA **A-3:** CLASIFICADORA LIMPIADORA **E-1:** ELEVADOR DE CANGILONES	**R-1:** REACTOR CON SERPENTIN **R-1P:** REACTOR CON SERPENTIN PARALELO **M-1:**MOLINO DE DISCOS **E-2:** ELEVADOR DE CANGILONES	**R-3:** REACTOR DE ABLANDAMIENTO **T-1:** TAMIZ ROTATORIO **R-4:** REACTOR CON AGITADOR **B-1:** BOMBA CENTRIFUGA **R-5:** REACTOR DE REFINADO	**D-1:** DECANTADOR CENTRIFUGO **E-3:** ELEVADOR DE TORNILLO SIN FIN **M-2:** MOLINO PULVERIZADOR **V-1:** ENVASADORA **C-1:** CALDERA

Fuente: Elaboración Propia.

LAYOUT III-4: DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA EN GENERAL

PLANTA ALTA



Fuente: Elaboración Propia.

3.11. REQUERIMIENTO DE INSUMOS QUÍMICOS

Para la producción de almidón de maíz es necesario mencionar que se requiere la adición de algunos ácidos, los cuales cumplen diferentes funciones en cada etapa del proceso, por ello a continuación se los detalla en los cuadros III-9 y III-10.

CUADRO III-9:

Requerimiento de Insumo Diario

Compuesto Químico	Consumo kg/día
Ácido Clorhídrico	6,93
Acido Sulfuroso	58,17
Ácido Sulfúrico	58,17
Carbonato Sódico	30

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO III-10:

Requerimiento de Insumos Anual

AÑO	ÁCIDO CLORHÍDRICO (kg)	ÁCIDO SULFUROSO (kg)	ÁCIDO SULFURICO (kg)	CARBONATO SÓDICO (kg)
2017	1.035,34	8.690,60	1.888,42	4.482
2018	1.380,46	11.587,46	2.517,90	5.976
2019	1.553,01	13.035,90	2.832,62	6.723
2020	1.725,57	14.484,33	3.147,36	7.470
2021	1.725,57	14.484,33	3.147,36	7.470
2022	1.725,57	14.484,33	3.147,36	7.470
2023	1.725,57	14.484,33	3.147,36	7.470
2024	1.725,57	14.484,33	3.147,36	7.470
2025	1.725,57	14.484,33	3.147,36	7.470
2026	1.725,57	14.484,33	3.147,36	7.470

Fuente: Elaboración Propia.

3.12. SERVICIOS AUXILIARES

3.12.1. Energía Eléctrica

Para conocer la cantidad de energía que se requiere para realizar todo el proceso, es necesario analizar en cada equipo, por ello se detalla a continuación.

CUADRO III-11:

Energía requerida para la producción

EQUIPO	Consumo de Energía (kW/h)	Horas de uso durante el día	Días de trabajo durante el año	kW/año
Balanza	0,015	1	249	3.735
Clasificadora- Limpiadora	5,22	6.2	249	8058.636
Elevador de Cangilones	5	0.4	249	498
Molino de Discos	8,95	3	249	6685.65
Elevador de Cangilones	4	1	249	996
Tamiz Rotativo	3	0.5	249	373.5
Reactor con Agitador	2,98	0.5	249	371.01
Bomba de Expulsión	2,2	1.3	249	712.14
Decantador Centrifugo	15	0.5	249	1867.5
Elevador de Tornillo Sin Fin	6	1	249	1494
Molino Pulverizador	11,19	2	249	5572.62
Envasadora	0,75	3	249	560.25
TOTAL	**64,30**			**27.193,04**

Fuente: Elaboración propia.

El requerimiento de energía eléctrica será satisfecho por SETAR, con un tendido eléctrico de alta tensión al igual que las demás industrias instaladas en el departamento.

En la mayoría de los equipos requeridos en el proceso se utiliza la energía eléctrica para su funcionamiento, es por esta razón que es un factor preponderante para el desenvolvimiento normal de la producción.

CUADRO III-12:

Costos de Energía Eléctrica

Periodos	Capacidad de trabajo de la planta (%)	Consumo Anual (kW)	Costo (Bs./kWh)	Costo Anual (kW/h)
Primer año	60	16.315,82	0,78	**12.726.34**
Segundo año	80	21.754,43	0,78	**16.968,45**
Tercer año	90	24.473,74	0,78	**19.089,52**
Cuarto año	100	27.193,04	0,78	**21.210,57**
Quinto año	100	27.193,04	0,78	**21.210,57**
Sexto año	100	27.193,04	0,78	**21.210,57**
Séptimo año	100	27.193,04	0,78	**21.210,57**
Octavo año	100	27.193,04	0,78	**21.210,57**
Noveno año	100	27.193,04	0,78	**21.210,57**
Décimo año	100	27.193,04	0,78	**21.210,57**

Fuente: Elaboración Propia con datos de SETAR, 2015.

3.12.2. Consumo de Agua

Para conocer la cantidad total de agua que se requiere para realizar todo el proceso, es necesario analizar en cada equipo, por ello se detalla a continuación.

CUADRO III-13: Agua requerida para la producción

EQUIPO	Consumo de agua (L)	Consumo de agua (m^3)
Reactor con serpentín	6.320	6,32
Reactor de Ablandamiento	614	0,61
Tamiz Vibratorio	4.000	4
Reactor de Refinación- 1^{ra} Etapa	120	0,12
Reactor de Refinación- 2^{Da} Etapa	7.830	7,83
Reactor de Refinación- 3^{ra} Etapa	7.830	7,83
TOTAL	26.714	**26,71**

Fuente: Elaboración propia.

Es necesario mencionar que para el proceso de Hinchado de maíz se utiliza agua caliente recirculada ya que únicamente se requiere calentar y mantener la mezcla a una temperatura constante de 50 ºC, por lo que se considera solo una pérdida del 0,2% en el recirculado del agua del tanque al caldero para ser nuevamente transportado en el serpentín, por ello se toma en cuenta que diariamente solo se aumentará un 0,2% antes de iniciar el proceso; a continuación, en el cuadro III-14, se detalla el cálculo:

CUADRO III-14: Calculo de Agua requerida por el Serpentín

EQUIPO	Consumo de agua Inicial (L)	Adición diariamente del 0,2% (L)	Días de trabajo durante el año	Consumo Total Anualmente (L)	Consumo Total Anualmente (m^3)
Serpentín	186.071,17	372,14	249	278.362,47	278,36

Fuente: Elaboración propia.

Para calcular la cantidad de agua total a utilizar durante el año, es necesario multiplicar la cantidad requerida diariamente por los 249 días trabajados. La cantidad de agua que se utilizara durante todo el proceso será suministrada por COSAALT; a continuación en el cuadro III-15, se detalla el costo de consumo anual de agua.

CUADRO III-15: Costos de Agua

Periodos	Capacidad de trabajo de la planta (%)	Consumo Anual (m^3)	Costo (Bs/m^3)	Costo Anual (Bs)
Primer año	60	4.157,49	7	**29.102,43**
Segundo año	80	5.543,32	7	**38.803,24**
Tercer año	90	6.236,24	7	**43.653,65**
Cuarto año	100	6.929,15	7	**48.504,05**
Quinto año	100	6.929,15	7	**48.504,05**
Sexto año	100	6.929,15	7	**48.504,05**
Séptimo año	100	6.929,15	7	**48.504,05**
Octavo año	100	6.929,15	7	**48.504,05**
Noveno año	100	6.929,15	7	**48.504,05**
Décimo año	100	6.929,15	7	**48.504,05**

Fuente: Elaboración Propia con datos COSALT, 2015.

3.12.3. Consumo de Gas

Para conocer la cantidad de gas que se requiere en el proceso, es necesario analizar el equipo, por ello se detalla a continuación.

CUADRO III-16:

Gas requerido para la producción

EQUIPO	Consumo de gas Diario (m^3)	Días de trabajo durante el año	Consumo de Gas Anual (m^3)
Caldero	48	249	11.952

Fuente: Elaboración Propia.

La cantidad de gas requerida para el proceso será satisfecha a través de la conexión domiciliaria por cañería de EMTAGAS; se debe mencionar que el precio de gas natural es subvencionado para el sector industrial.

CUADRO III-17:

Costo de Gas Natural

Periodos	Consumo Anual (m^3)	Costo (Bs/m^3)	Costo Anual (Bs)
Primer año	11.952	1,66	**19.840,32**
Segundo año	11.952	1,66	**19.840,32**
Tercer año	11.952	1,66	**19.840,32**
Cuarto año	11.952	1,66	**19.840,32**
Quinto año	11.952	1,66	**19.840,32**
Sexto año	11.952	1,66	**19.840,32**
Séptimo año	11.952	1,66	**19.840,32**
Octavo año	11.952	1,66	**19.840,32**
Noveno año	11.952	1,66	**19.840,32**
Décimo año	11.952	1,66	**19.840,32**

Fuente: Elaboración Propia con datos EMTAGAS, 2015.

3.13. EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA PLANTA

La evaluación de la maquinaria se la realiza mediante el siguiente Cuadro III-18.

CUADRO III-18:

Evaluación Técnica

EQUIPO	FUNCIONAMIENTO	TIPO DE CONTROL	FUNCIÓN
Balanza de Plataforma	Discontinuo	MANUAL	Alta
Clasificadora- Limpiadora	Discontinuo	MANUAL	Alta
Elevador de Cangilones	Discontinuo	MANUAL	Alta
Tanque Intercambiador	Discontinuo	MANUAL	Alta
Reactor Distribuidor	Discontinuo	MANUAL	Alta
Molino de Discos	Discontinuo	MANUAL	Alta
Elevador de Cangilones	Discontinuo	MANUAL	Alta
Reactor de Ablandamiento	Discontinuo	MANUAL	Alta
Tamiz Rotativo	Discontinuo	MANUAL	Alta
Reactor con Agitador	Discontinuo	MANUAL	Alta
Bomba de Expulsión	Discontinuo	MANUAL	Alta
Reactor de Refinamiento	Discontinuo	MANUAL	Alta
Decantador Centrífugo	Discontinuo	MANUAL	Alta
Elevador de tornillo sin fin	Discontinuo	MANUAL	Alta
Molino Pulverizador	Discontinuo	MANUAL	Alta
Envasadora	Discontinuo	MANUAL	Alta

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Función, dedicación exclusiva del personal para el control del proceso.

3.14. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN CPM y GANTT

El cronograma de actividades en la fase de instalación debe contemplar el estudio Técnico Económico Social, licitación y contratación de servicios de supervisión y obras, construcción de obras civiles, adquisición de equipos, pruebas iniciales de la planta; requiriendo estas actividades un año calendario correspondiendo al año cero 2016 y se detalla el desarrollo de las actividades de la siguiente forma (Cuadro III-19 y Cuadro III-20):

CUADRO III-19

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Número	Tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	Adquisición de financiamiento	4 sem	01/10/2016	29/10/2016
2	Adquisición de terreno	2 sem	30/10/2016	14/11/2016
3	Trámites legales	2 sem	15/11/2016	29/11/2016
4	Cierre de terreno y obras de acondicionamiento	6 sem	30/11/2016	11/01/2017
5	Construcción de ambientes	12 sem	12/01/2017	06/04/2017
6	Cotización y Compra de maquinaria	11 sem	19/01/2017	06/04/2017
7	Montaje e Instalación de maquinaria en Planta	6 sem	07/04/2017	18/05/2017
8	Instalación de servicios auxiliares	6 sem	19/05/2017	31/06/2017
9	Contratación de personal	4 sem	03/06/2017	31/06/2017
10	Capacitación de personal	2 sem	01/07/2017	15/07/2017
11	Pruebas de funcionamiento	2 sem	16/07/2017	30/07/2017
12	Puesta en marcha y compra de insumos	2 sem	30/07/2017	14/08/2017

Fuente: Elaboración propia

CUADRO III-20:

DIAGRAMA GANTT

Tiempo / Actividad	Año 2016												Año 2017																													
	Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto	
Adquisición de financiamiento																																										
Adquisición de terreno																																										
Trámites legales																																										
Cierre de terreno y obras de acondicionamiento																																										
Construcción de ambientes																																										
Cotización y compra de maquinaria																																										
Montaje e instalación de maquinaria en planta																																										
Instalación de servicios auxiliares																																										
Contratación personal																																										
Capacitación de personal																																										
Pruebas de funcionamiento																																										
Puesta en marcha y compra de insumos.																																										

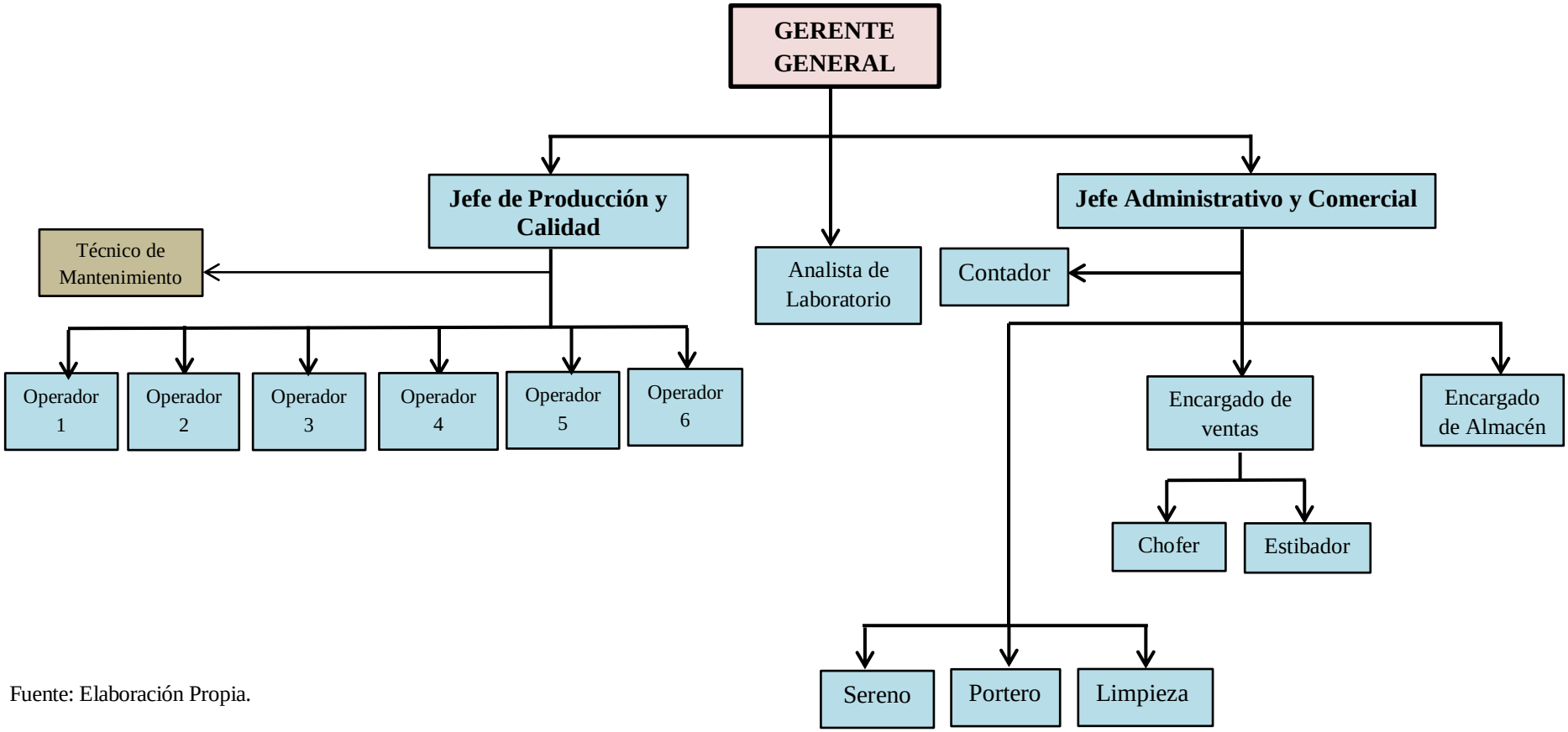
Fuente: Elaboración propia.

3.15. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

La organización de la empresa de Almidón de Maíz estará distribuida de la forma descrita en el siguiente Figura III-1, para obtener la performance de trabajo.

FIGURA III-1

ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA



Fuente: Elaboración Propia.

3.15.1 Descripción de funciones de los principales cargos

- **Gerente general**

El gerente general es responsable de la empresa asumiendo la representación legal, tiene como propósito, organizar, dirigir y coordinar el funcionamiento y desarrollo del plan de trabajo de todas las áreas de la empresa. Sus funciones son:

- Ejecutar y hacer cumplir los planes de producción, ampliación, cumplimiento del presupuesto y la eficiencia de la empresa.
- Precautelar, cuidar y resguardar los bienes, derechos e intereses de la empresa.
- Establecer las relaciones de comercialización del producto, con organismos de financiamiento, asistencia técnica tendientes a mejorar el desarrollo global de la empresa.
- Controlar, reemplazar, sancionar y retirar al personal subalterno en función del interés de la empresa.
- Evaluar el logro de los objetivos y el desempeño de las diferentes áreas de la empresa.
- Supervisar la administración de los recursos humanos, financieros y de producción.

- **Jefe Administrativo y Comercial**

Planifica, dirige y controla las actividades Administrativas de la empresa; entre estas funciones podemos señalar:

- Administración de los recursos financieros y físicos de la empresa.
- Programación presupuestaria anual para todas las áreas de la empresa.
- Contratación del personal requerido.
- Control de planillas del personal que conforman la empresa.
- Cancelación de sueldos.

Por otro lado, es también responsable de comercializar los productos de la empresa, así mismo gestiona la compra de insumos requeridos; entre las funciones que debe desarrollar:

- Define las estrategias de venta.
- Desarrolla actividades de Marketing.
- Determina la utilidad de la empresa.
- Realiza proyecciones de venta.
- Rinde informes de venta periódicamente al gerente general.

- **Jefe de Producción y Calidad**

Es el encargado de hacer cumplir las obligaciones de los operadores, es decir que es el responsable directo del aprovechamiento eficaz de los medios de producción, realiza un eficiente control del proceso productivo, es el responsable de que el producto y las materias primas cumplan con todas las especificaciones técnicas; por otro lado, es el responsable de implementar los sistemas de gestión empezando primero con el de calidad, luego con el de medio ambiente y finalmente con el de seguridad industrial.

Entre sus actividades señalamos:

- Define e implementa aspectos técnicos de producción, velando por el cuidado y mantenimiento de los equipos, además de cuidar la calidad de los productos elaborados, materia prima e insumos de producción.

- **Contador**

Tiene como objetivo mantener la contabilidad al día. Entre las funciones que debe desarrollar están las siguientes:

- Encargado de llevar los ingresos y egresos de la empresa.
- Cancelar los impuestos generados por la empresa.
- Llevar contabilidad al día mensualmente
- Impresión de Libros Contables
- Elaboración de Reportes Contables
- Apoyar en tareas administrativas.

- **Mantenimiento**

El técnico de mantenimiento tiene como única función el reparar, dar mantenimiento y evaluar el funcionamiento de la maquinaria y servicios auxiliares de la planta cuando sea necesario.

- **Operadores**

Los operadores forman parte esencial en el proceso productivo, estarán bajo la supervisión del gerente de producción, su función principal es desarrollar las tareas que involucran la producción de almidón de maíz; es necesario mencionar que estos operarios trabajaran en dos turnos comprendidos en 8 horas laborales.

CAPÍTULO IV

ASPECTOS ECONÓMICOS DEL PROYECTO

4.1 INVERSIÓN DEL PROYECTO

La inversión necesaria para el presente proyecto se evalúa en base a la moneda de nuestra país, es decir en bolivianos, toda la información necesaria se presenta en los siguientes puntos y el respaldo de cotizaciones en los Anexos: A-2; A-3; A-4; A-5; A-6; A-7; A-8; A-9; A-10; A-11; A-12; A-13; A-14; A-15; A-16..

4.1.1 Estructura de la inversión

La inversión del proyecto se efectúa mediante el análisis de valores de producción de bienes o servicios, con el análisis de inversiones fijas, diferidas y capital de trabajo.

El detalle de inversión presentado en este capítulo para algunos casos es elaborado en base a las cotizaciones, proformas, comunicación con proveedores nacionales e internacionales y análisis de precios en el mercado local de productos inherentes al proceso; mayor información en los Anexos: A-2; A-3; A-4; A-5; A-6; A-7; A-8; A-9; A-10; A-11; A-12; A-13; A-14; A-15; A-16.

4.1.2 Inversión fija

Se caracteriza por su materialidad (se pueden tocar y ver) y está sujeta en su mayor parte a la depreciación, que es sinónimo de desvalorización gradual a lo largo de su uso, ya sea por desgaste y obsolencia.

La inversión de activos fijos, se adquieren durante la etapa de instalación y/o funcionamiento del proyecto.

4.1.2.1 Activos fijos del proyecto

a) Detalle de maquinaria y equipos

Los equipos y maquinaria necesaria para el proceso, se detalla en el siguiente Cuadro IV-1.

CUADRO IV-1: MAQUINARIA Y EQUIPOS

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario(Bs)	Valor Total (Bs)
1	Balanza TOLEDO Model. 2124 Cap. 1000 kg	pza	1	1,800.00	1,800.00
2	Clasificadora Limpiadora Cap. 500kg/h	pza	1	38,000.00	38,000.00
3	Elevador de cangilones JINZHEN Model. TD-410 Cap. 8t/h	pza	1	41,343.89	41,343.89
4	Reactor con serpentin Cap. 12m3/día	pza	2	189,000.00	378,000.00
5	Reactor Recolector- Distribuidor Cap. 11m3/día	pza	1	130,000.00	130,000.00
6	Molino de Discos Cap. 1.180kg/h	pza	1	85,000.00	85,000.00
7	Elevador de cangilones JINZHEN Model. TD-300 Cap. 9t/h	pza	1	56,473.79	56,473.79
8	Reactor de Ablandamiento Cap. 12,5m3/día	pza	1	130,000.00	130,000.00
9	Tamiz Rotatorio XINXIANG Model. GS1230 Cap. 20m3/h	pza	1	62,015.84	62,015.84
10	Recolector con Agitador Cap. 16,5m3/día	pza	1	200,000.00	200,000.00
11	Bomba Centrífuga PEDROLLO Model. CPM660M de 2Hp	pza	1	3,800.00	3,800.00
12	Reactor de Refinado Cap. 16,5m3/día	pza	1	145,000.00	145,000.00
13	Decantador Centrífugo JINZHEN Model. 600-DAS-2300 Cap. 1-15m3/h	pza	1	80,719.02	80,719.02
14	Elevador de Tornillo sin fin JINZHEN Model. TS- FW3 Cap. 2t/h	pza	1	29,531.35	29,531.35
15	Molino Pulverizador PULVEX Model. Pulvex 300Cap. 800-1000 kg/h	pza	1	60,000.00	60,000.00
16	Envasadora CARLINI- KING KONG Model. MMTC/ 1 Cap. Env. 35-40 un/min	pza	1	27,052.82	27,052.82
17	Silo de Almacenamiento Cap.15 t	pza	1	42,000.00	42,000.00
18	Caldera Cap.15 Kcal/h	pza	1	19,516.00	19,516.00
19	Manguera Alimenticia de 6 pulg. (rollo de 20m)	rollo	1	560.00	560.00
20	Equipos de Laboratorio	Kit	1	13,940.00	13,940.00
				Total Bs.	**1,544,752.71**

Fuente: Elaboración propia.

b) Detalle de obras civiles e instalaciones

Tomando en cuenta las dimensiones de los ambientes tanto de la parte administrativa como la necesaria para implementar el área de equipos de la planta de producción de almidón que se describe en el Layout III-3 y Layout III-4, queda comprobado que una dimensión de terreno de 1100 m^2 satisface todas las necesidades.

En el Cuadro IV-2, se muestra en detalle los costos de la construcción de los ambientes tanto como para el proceso productivo como para la parte administrativa.

CUADRO IV-2: OBRAS CIVILES E INSTALACIONES

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario(Bs)	Valor Total (Bs)
1	Terreno	m^2	1100	174	191,400.00
	Area Administrativa				
2	Obra civil Planta Baja	m^2	162	1,948.80	315,705.6
3	Obra civil Planta Alta	m^2	162	1,948.80	315,705.6
	Area de Producción				
4	Obra civil	m^2	576	2,018.40	1.162,598.4
	Obra Externa				
5	Obra civil cierre Perimetral	m^2	309	171	52,839.00
6	Depósito de Agua Interno	m3	8.1	3,150.00	25,515.00
7	Depósito de Agua Externo	m3	28.8	2,245.00	64,656.00
8	Montaje de maquinaria y equipos	pza	17	700	11,900.00
				Total Bs.	**2,140,319.60**

Fuente: Elaboración propia.

c) Detalle de Muebles y Enseres

Los requerimientos mobiliarios e implementos varios se describen a continuación en el Cuadro IV-3.

CUADRO IV-3:

MUEBLES Y ENSERES

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (Bs)	Valor Total (Bs)
1	**Muebles administración**				
	Escritorios de Madera	pza	5	650	3,250.00
	Silla Giratoria	pza	5	420	2,100.00
	Silla	pza	10	140	1,400.00
	Estantes	pza	28	300	8,400.00
	Computadora de Escritorio	pza	5	4,700.00	23,500.00
	Mesas	pza	4	90	360
	Sillones	pza	5	700	3,500.00
	Teléfono	pza	5	110	550
	Teléfono fax	pza	1	1,400.00	1,400.00
2	**Muebles de planta de Producción**				
	Escritorio de Madera	pza	1	650	650
	Teléfono	Pza	1	110	110
	Silla Giratoria	pza	1	420	420
	Sillones	pza	2	700	1,400.00
	Gabetero	pza	2	350	700
	Estante	pza	5	300	1,500.00
	Ropa de trabajo de Planta	pza	34	180	6,120.00
				Total Bs.	**55,360.00**

Fuente: Elaboración Propia.

d) Detalle de Vehículos

Los vehículos necesarios para manipuleo en el proceso, como en la etapa de comercialización, se detallan a continuación (Cuadro IV-4).

CUADRO IV-4:

VEHÍCULOS

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario(Bs)	Valor Total (Bs)
1	Camioneta Repartidora	pza	1	104,400.00	104,400.00
				Total Bs.	**104,400.00**

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 Inversión Diferida

Son inversiones que no presentan desgaste físico, son más bien los gastos pre operativos, dichos gastos se recuperan con la amortización diferida.

a) Mano de obra

Contempla los gastos necesarios tanto del personal permanente como del eventual, como se muestra en el Cuadro IV-6 y los beneficios sociales en el Cuadro IV-5.

CUADRO IV-5:

BENEFICIOS SOCIALES

BENEFICIOS SOCIALES		
Riesgo laboral	1,7	%
Fondo pro vivienda	2	%
Seguro social (CNS)	10	%
Provisión aguinaldo	8,3	%
Provisión indemnización	8,3	%
TOTAL	30,3	%

Fuente: Velásquez, 2010.

CUADRO IV-6:

MANO DE OBRA

Item	DESCRIPCIÓN	Personal	Meses	Precio Unitario(Bs)	Valor Total (Bs)
	Permanente				
1	Gerente General	1	13	8,000.00	104,000.00
2	Gerente Administrativo y Comercial	1	13	5,000.00	65,000.00
3	Jefe de Produccion y Calidad	1	13	4,500.00	58,500.00
4	Analista de Laboratorio	1	13	3,200.00	41,600.00
5	Encargado de Ventas	1	13	2,800.00	36,400.00
6	Encargado Almacén	1	13	2,800.00	36,400.00
7	Operador de Planta	6	13	3,000.00	234,000.00
8	Contador	1	13	3,200.00	41,600.00
9	Estibador	1	13	2,000.00	26,000.00
10	Sereno	1	13	1,800.00	23,400.00
11	Portero	1	13	1,800.00	23,400.00
12	Encargada de Limpieza	1	13	1,800.00	23,400.00
13	Chofer	1	13	2,000.00	26,000.00
		Total Permanente			739,700.00
	Eventual				
14	Técnico Mecánico	1	1	3,200.00	3,200.00
Sub Total					742,900.00
Beneficios Sociales 30,3%					201,161.70
				Total	**944,061.70**

Fuente: Elaboración propia.

b) Detalle de Insumos Generales y Materia Prima

Realizando entrevistas a los vendedores del mercado Campesino de Tarija, se pudo constatar que actualmente el precio del maíz cubano amarillo es de 85 Bs. /qq. , por lo que nos resulta que el precio por kilo es de 1,85 Bs.

A continuación, en el cuadro IV-7, se detalla el costo de los insumos y materia prima necesarios.

CUADRO IV-7: INSUMOS Y MATERIA PRIMA

Item	DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario(Bs)	Valor Total (Bs)
	MATERIA PRIMA				
1	Maiz Cubano Amarillo	kg	771900	1.85	1,428,015.00
	INSUMOS				
2	Ácido Clorhídrico	kg	1725.57	145	250,207.65
3	Ácido Sulfuroso	kg	14484.33	60.00	869,059.8
4	Ácido Sulfúrico	kg	3147.36	40.8	128,412.28
5	Carbonato Sódico	kg	7470	23	171,810.00
6	Yodo (Reac. Lab.)	L	0.1	373	37.3
7	Hidróxido de Sodio 1N (Reac. Lab.)	L	3.5	154	539
8	Ácido Acético (Reac. Lab.)	L	2	108	216
9	Yoduro de Potasio (Reac. Lab.)	kg	1	310	310
10	Fenoltaleina (indicador) (Reac. Lab.)	L	1.5	81.34	122.01
11	Agua	m3	6929.15	7	48,504.05
12	Cajas de Cartón	unidad	63500	3.5	222,250.00
13	Bolsas de Papel Kraft color amarillo con Diseño (rollo = 200 Empaques 1kg)	Rollo	2391	220	526,020.00
				TOTAL	**3,645,503.10**

Fuente: Elaboración propia.

Es necesario mencionar que conjuntamente se realice la producción de almidón, se debe realizar análisis a una muestra específica de producto, para cumplir con los estándares de calidad, por ello en el Anexo A-16 se detalla los análisis y procedimientos a realizar en el laboratorio.

c) Insumos energéticos

El Cuadro IV-8 se muestra los requerimientos energéticos del proyecto tanto en el proceso como en el área de administración.

CUADRO IV-8: INSUMOS ENERGÉTICOS

Ítem	DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Potencia (kW/h)	Horas de uso durante el dia	Días de trabajo durante el año	kW/año	Precio Unitario (Bs/kW)	Valor Total Bs.
1	Balanza	Pza.	1	0.015	1	249	3.74	0.78	2.91
2	Clasificadora-Limpiadora	Pza.	1	5.22	6.2	249	8,058.64	0.78	6,285.74
3	Elevador de Cangilones	Pza.	1	5	0.4	249	498.00	0.78	388.44
4	Molino de Discos	Pza.	1	8.95	3	249	6,685.65	0.78	5,214.81
5	Elevador de Cangilones	Pza.	1	4	1	249	996.00	0.78	776.88
6	Tamiz Rotativo	Pza.	1	3	0.5	249	373.50	0.78	291.33
7	Reactor con Agitador	Pza.	1	2.98	0.5	249	371.01	0.78	289.39
8	Bomba de Expulsión	Pza.	1	2.2	1.3	249	712.14	0.78	555.47
9	Decantador Centrífugo	Pza.	1	15	0.5	249	1,867.50	0.78	1,456.65
10	Elevador de Tornillo sin fin	Pza.	1	6	1	249	1,494.00	0.78	1,165.32
11	Molino Pulverizador	Pza.	1	11.19	2	249	5,572.62	0.78	4,346.64
12	Envasadora	Pza.	1	0.75	3	249	560.25	0.78	437.00
13	Equipos de Oficinas y varios	Pza.	1	0.525	16	249	2,091.60	0.78	1,631.45
14	Gas para Caldera	m3/año	11952					1.66	19,840.32
15	Agua para servicios de planta	m^3/año	900					7	6,300.00
Total									**48,982.34**

Fuente: Elaboración propia.

d) Gastos de comercialización

El costo de transporte se refiere al combustible usado para la entrega del producto en los puntos de abastecimiento, esto se muestra en el Cuadro IV-9.

CUADRO IV-9

GASTOS DE TRANSPORTE

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (Bs/L)	Valor Total (Bs.)
1	Gasolina	litros	2,490	3.72	9262.80
				TOTAL	**9,262.80**

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.4 Capital de trabajo

Según el libro *Evaluación de Proyectos, 4ta Edición, pág. 98,* define que la siguiente expresión permite estimar el Capital de trabajo:

$$\boldsymbol{Capital\ de\ Trabajo} = \frac{\boldsymbol{Costo\ total\ año}}{\boldsymbol{Dias\ año\ trabajados}} * \boldsymbol{Número\ días\ ciclo\ productivo} \qquad (4.1)$$

Donde el costo total se considera solo los costos efectivos de producción, excluyendo la depreciación y amortización de la inversión diferida.

El número de días del ciclo se refiere al tiempo mínimo que requiere para producir un cierta cantidad de producto de modo que el circulante generado le permita entrar al ciclo de producción futuro (como capital de arranque).

El Cuadro IV-10, muestra los datos tomados en cuenta para evaluar el capital de trabajo.

CUADRO IV-10: CAPITAL DE TRABAJO

1	Días año trabajado	249
2	Días del ciclo productivo	120
3	Total costo año(Bs.)	3.166,310,42
	CAPITAL DE TRABAJO(Bs.)	**1.525,932,73**

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.5 Costo de Producción

Los costos de producción comprenden aquellos egresos monetarios que se realizan después de la puesta en marcha del proyecto por concepto de insumos, mano de obra, recursos naturales, otros. Su clasificación responde al concepto de costo variable y fijo. A continuación en el cuadro IV-11, se detalla.

CUADRO IV-11: COSTO DE PRODUCCIÓN

Nº	DETALLE	OPERACIÓN AÑO									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	**COSTO DIRECTO**	**2,791,482.76**	**3,530,379.85**	**3,899,828.40**	**4,269,276.94**	**4,269,276.94**	**4,269,276.94**	**4,269,276.94**	**4,269,276.94**	**4,269,276.94**	**4,269,276.94**
	Materia Prima	856,809.00	1,142,412.00	1,285,213.50	1,428,015.00	1,428,015.00	1,428,015.00	1,428,015.00	1,428,015.00	1,428,015.00	1,428,015.00
	Materiales Directos	1,330,492.86	1,773,990.48	1,995,739.29	2,217,488.10	2,217,488.10	2,217,488.10	2,217,488.10	2,217,488.10	2,217,488.10	2,217,488.10
	Mano de Obra Directa	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50
	Insumo Energético	29,389.40	39,185.87	44,084.11	48,982.34	48,982.34	48,982.34	48,982.34	48,982.34	48,982.34	48,982.34
2	**COSTO INDIRECTO**	**536,439.15**	**538,291.71**	**539,217.99**	**540,144.27**	**540,144.27**	**540,144.27**	**540,144.27**	**540,144.27**	**540,144.27**	**540,144.27**
	Gastos Administrativos	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20
	Gastos Comerciales	5,557.68	7,410.24	8,336.52	9,262.80	9,262.80	9,262.80	9,262.80	9,262.80	9,262.80	9,262.80
	Depreciación	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27
	Amort. Inver. Dif.	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00
3	**COSTO TOTAL (1+2)**	**3,327,922**	**4,068,672**	**4,439,046**	**4,809,421**	**4,809,421**	**4,809,421**	**4,809,421**	**4,809,421**	**4,809,421**	**4,809,421**

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.6 Costo Fijos y Variables

Los costos fijos son aquellos costos que permanecen constantes ante cualquier volumen de producción, vale decir, que no dependen de la producción. Los costos variables son costos que varían en forma directa con la variación o cambios en los volúmenes de producción. A continuación, en el cuadro IV-12, se detalla estos costos.

CUADRO IV-12: COSTOS FIJOS Y VARIABLES

Nº	DETALLE	AÑO OPERACIÓN									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	**COSTOS TOTALES (a+b)**	**3,327,921.91**	**4,068,671.56**	**4,439,046.39**	**4,809,421.21**	**4,809,421.21**	**4,809,421.21**	**4,809,421.21**	**4,809,421.21**	**4,809,421.21**	**4,809,421.21**
	a) COSTOS FIJOS	**536,439.15**	**538,291.71**	**539,217.99**	**540,144.27**	**540,144.27**	**540,144.27**	**540,144.27**	**540,144.27**	**540,144.27**	**540,144.27**
	Costos de Administración	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20
	Costo de comercialización	5,557.68	7,410.24	8,336.52	9,262.80	9,262.80	9,262.80	9,262.80	9,262.80	9,262.80	9,262.80
	Depreciación	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27
	Amort. Inver. Dif.	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00
	b) COSTOS VARIABLES	**2,791,482.76**	**3,530,379.85**	**3,899,828.40**	**4,269,276.94**	**4,269,276.94**	**4,269,276.94**	**4,269,276.94**	**4,269,276.94**	**4,269,276.94**	**4,269,276.94**
	Materia Prima	856,809.00	1,142,412.00	1,285,213.50	1,428,015.00	1,428,015.00	1,428,015.00	1,428,015.00	1,428,015.00	1,428,015.00	1,428,015.00
	Materiales Directos	1,330,492.86	1,773,990.48	1,995,739.29	2,217,488.10	2,217,488.10	2,217,488.10	2,217,488.10	2,217,488.10	2,217,488.10	2,217,488.10
	Mano de Obra Directa	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50
	Insumo Energético	29,389.00	39,186.00	44,084.00	48,982.00	48,982.00	48,982.00	48,982.00	48,982.00	48,982.00	48,982.00

Fuente: Elaboración Propia

4.1.7 Costo Unitario del Producto

El costo unitario de producción es llamado también costo promedio total, indica el costo de producir una unidad del bien o servicio para cada nivel de producción.

Ante esto es necesario mencionar que para poder determinar el Costo unitario del producto es necesario saber el costo unitario de producción, por ello a continuación, en el Cuadro IV-13, se calcula dicho costo.

CUADRO IV-13:

COSTO UNITARIO DE PRODUCCIÓN (Bs.) POR KILOGRAMO

AÑO	Costo Total CT= CF + CV (A)	Cantidad Total QT (B)	Costo Unitario de Producción C.U.P. (A/B)
1	3,327,921.91	286,903	11.6
2	4,068,671.56	382,537	10.6
3	4,439,046.30	430,354	10.3
4	4,809,421.21	478,172	10.1
5	4,809,421.21	478,172	10.1
6	4,809,421.21	478,172	10.1
7	4,809,421.21	478,172	10.1
8	4,809,421.21	478,172	10.1
9	4,809,421.21	478,172	10.1
10	4,809,421.21	478,172	10.1

Fuente: Elaboración Propia**.**

Una vez encontrado el valor de costo unitario de producción por kilogramo**,** se determina el costo unitario del producto considerando el margen de utilidad y los impuestos (IVA); a continuación se detalla en el Cuadro IV-14.

CUADRO IV-14:

COSTO UNITARIO DEL PRODUCTO (Bs.)

AÑO	Costo Unitario Producción	Margen de Utilidad	Precio de Venta sin Impuesto	Precio De Venta Con IVA
1	11.6	0,25	14.5	16.4
2	10.6	0,25	13.3	15.0
3	10.3	0,25	12.9	14.5
4	10.1	0,25	12.6	14.3
5	10.1	0,25	12.6	14.3
6	10.1	0,25	12.6	14.3
7	10.1	0,25	12.6	14.3
8	10.1	0,25	12.6	14.3
9	10.1	0,25	12.6	14.3
10	10.1	0,25	12.6	14.3

Fuente: Elaboración Propia.

El costo unitario de venta del producto se determinan en 14,3 Bs. por kilogramo.

4.1.8 Estimación de ingresos

Los ingresos estimados se evalúan a continuación en el Cuadro IV-15, de estado de pérdidas y ganancias.

4.1.9 Determinación de utilidades

Las utilidades que genera el proyecto se determinan en el Cuadro IV-15, estado de pérdidas y ganancias.

CUADRO IV-15: ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS (Bs.)

No.	DETALLE	AÑO OPERACIÓN									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	CAPACIDAD	60%	80%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
1	**Ingresos**	**4,102,712.90**	**5,470,279.10**	**6,154,062.20**	**6,837,859.60**	**6,837,859.60**	**6,837,859.60**	**6,837,859.60**	**6,837,859.60**	**6,837,859.60**	**6,837,859.60**
	Ingreso por Ventas del Producto	4,102,712.90	5,470,279.10	6,154,062.20	6,837,859.60	6,837,859.60	6,837,859.60	6,837,859.60	6,837,859.60	6,837,859.60	6,837,859.60
	Otros Ingresos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	**Costos Totales (a+b)**	**3,327,921.51**	**4,068,671.69**	**4,439,046.28**	**4,809,420.87**	**4,809,420.87**	**4,809,420.87**	**4,809,420.87**	**4,809,420.87**	**4,809,420.87**	**4,809,420.87**
	a) Costos Fijos	**536,439.15**	**538,291.71**	**539,217.99**	**540,144.27**	**540,144.27**	**540,144.27**	**540,144.27**	**540,144.27**	**540,144.27**	**540,144.27**
	Costos de Administración	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20
	Costo de comercialización	5,557.68	7,410.24	8,336.52	9,262.80	9,262.80	9,262.80	9,262.80	9,262.80	9,262.80	9,262.80
	Depreciación	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27
	Amort. Inver. Dif.	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00
	b) Costos Variables	**2,791,482.36**	**3,530,379.98**	**3,899,828.29**	**4,269,276.60**	**4,269,276.60**	**4,269,276.60**	**4,269,276.60**	**4,269,276.60**	**4,269,276.60**	**4,269,276.60**
	Materia Prima	856,809.00	1,142,412.00	1,285,213.50	1,428,015.00	1,428,015.00	1,428,015.00	1,428,015.00	1,428,015.00	1,428,015.00	1,428,015.00
	Materiales Directos	1,330,492.86	1,773,990.48	1,995,739.29	2,217,488.10	2,217,488.10	2,217,488.10	2,217,488.10	2,217,488.10	2,217,488.10	2,217,488.10
	Mano de Obra Directa	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50
	Insumo Energético	29,389.00	39,186.00	44,084.00	48,982.00	48,982.00	48,982.00	48,982.00	48,982.00	48,982.00	48,982.00
3	**Utilidad Antes de Impuestos (1-2)**	**774,791.39**	**1,401,607.41**	**1,715,015.92**	**2,028,438.73**	**2,028,438.73**	**2,028,438.73**	**2,028,438.73**	**2,028,438.73**	**2,028,438.73**	**2,028,438.73**
4	Impuesto transacciones (3%)	123,081.39	164,108.37	184,621.87	205,135.79	205,135.79	205,135.79	205,135.79	205,135.79	205,135.79	205,135.79
5	**UTILIDAD IMPONIBLE (3-4)**	**651,710.00**	**1,237,499.04**	**1,530,394.05**	**1,823,302.94**	**1,823,302.94**	**1,823,302.94**	**1,823,302.94**	**1,823,302.94**	**1,823,302.94**	**1,823,302.94**
6	Impuesto Utilidades 25%	162,927.50	309.374.76	382,598.51	455,825.74	455,825.74	455,825.74	455,825.74	455,825.74	455,825.74	455,825.74
7	**UTILIDAD CONTABLE (5-6)**	**488,782.50**	**928,124.28**	**1,210,412.05**	**1,367,477.21**	**1,367,477.21**	**1,367,477.21**	**1,367,477.21**	**1,367,477.21**	**1,367,477.21**	**1,367,477.21**

Fuente: Elaboración Propia.

4.2 FINANCIAMIENTO

Es la obtención de recursos económicos con destino a la implementación de bienes y servicios que conforman el proyecto.

El presente proyecto tiene un financiamiento del 40 % es aporte propio y el restante 60 % es financiado mediante préstamo bancario aprovechando las ventajas de préstamo del Banco de Desarrollo productivo mediante las demás entidades bancarias, según el cuadro IV-16.

CUADRO IV-16

FINANCIAMIENTO DE INVERSIÓN (Bs.)

Nº	DETALLE	Requerido	Aporte Propio	Aporte Solicitado	TOTAL
1	**Inversion (a+b)**		**2,322,899.39**	**1,537,932.92**	**3,860,832.31**
	a) Inversion Fija	**3,844,832.31**	**2,306,899.39**	**1,537,932.92**	**3,844,832.31**
	-Maquinaria y Equipos	1,544,752.71	926,851.63	617,901.08	
	-Terreno+Obras Civiles+Montaje	2,140,319.60	1,284,191.76	856,127.84	
	-Muebles y Enseres	55,360.00	33,216.00	22,144.00	
	-Vehículos	104,400.00	62,640.00	41,760.00	
	b) Inversión Diferida	**16,000.00**	**16,000.00**	**0.00**	**16,000.00**
	-Gastos de Organización	6,000.00	6,000.00	0.00	
	-Gastos de Patentes y licencias	3,000.00	3,000.00	0.00	
	-Gastos de puesta en marcha	5,000.00	5,000.00	0.00	
	- Imprevistos	2,000.00	2,000.00	0.00	
2	**Capital de Trabajo**	**1,525,932.73**		**1,525,932.73**	1,525,932.73
	Inversión Total Requerida (1+2)		**2,322,899.39**	**3,063,865.65**	**5,386,765.04**

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.1 Necesidad de capital

El capital necesario, según el Cuadro V- 16, es 5.386.765,04 Bs. necesarios para la implementación del proyecto.

4.2.2 Fuentes de financiamiento

El financiamiento necesario para el proyecto se efectuará mediante entidad bancaria con el análisis del Anexo L; se elige como fuente del financiamiento el Banco Unión en su programa créditos del Fondo de Desarrollo Productivo que contempla un interés anual de 6,09 %.

4.2.3 Amortizaciones

Desde el punto de vista financiero, se entiende por amortización, el reembolso gradual de una deuda; la obligación de devolver un préstamo recibido de un banco es un pasivo, cuyo importe se va reintegrando en varios pagos diferidos en el tiempo.

Los métodos más frecuentes para repartir el importe en el tiempo son el sistema Francés y Alemán, estos métodos son correctos desde el punto de vista contable y están basados en el concepto de interés compuesto.

La amortización se presenta como un egreso en nuestro análisis de costos porque es la vía directa de la devolución del préstamo efectuado; existen dos formas de realizar esta devolución que son la amortización fija (*sistema francés*), y la amortización diferida (*sistema alemán*); estas dos opciones son mostradas a continuación, aunque se ha elegido el uso de la amortización fija para la evaluación del proyecto.

Ambos tipos de amortización se evalúan con el siguiente Cuadro IV-17

CUADRO IV-17: MONTO DE PRESTAMO

Monto de préstamo (Bs.)	**3,063,865.65**	
Interés anual	6,09	
Tiempo de pago años	10	Total años 11 años
Gracia	1	

Fuente: Elaboración Propia.

Las fórmulas para el cálculo se presentan a continuación

- **Amortización constante**

$$\mathbf{M = K\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n-1}}$$ Ecuación IV-1

Donde:

M= Monto a pagar por periodo (capital e interés).

K=Capital obtenido mediante préstamo.

i= Interés anual.

n= Plazo del crédito (años).

- **Amortización variable**

$$\mathbf{A = \frac{K}{n}}$$ Ecuación IV-2

Donde:

A= Amortización anual.

K= Capital obtenido mediante préstamo.

n= Plazo del préstamo (años).

4.2.3.1. Amortización Fija

CUADRO IV-18: PLAN DE PAGO CUOTA FIJA (Bs.)

Nº	Saldo capital SK=K-A	Interés capital I=K*0,0609	Amortización deuda A=M-I	Cuota fija M=I+A
1	3,063,865.65	186,589.42	0	186,589.42
2	3,063,865.65	186,589.42	249,636.12	436,225.54
3	2,814,229.53	171,386.58	264,838.96	436,225.54
4	2,549,390.57	155,257.89	264,838.96	436,225.54
5	2,284,551.60	139,129.19	280,967.65	436,225.54
6	2,003,583.95	122,018.26	297,096.35	436,225.54
7	1,706,487.60	103,925.10	314,207.28	436,225.54
8	1,392,280.33	84,789.87	332,300.44	436,225.54
9	1,059,979.88	64,552.77	351,435.67	436,225.54

10	708,544.21	43,150.34	371,672.77	436,225.54
11	336,871.45	20,515.47	415,710.07	436,225.54
TOTAL	0,00			

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.3.2 Amortización Diferida

CUADRO IV-19:

PLAN DE PAGO CUOTA VARIABLE (Bs.)

Nº	Saldo Capital K=K-A	Interés Capital I=K*0,0609	Amortización Capital A=K/n	Cuota variable M=I+A
1	3,063,865.65	186,589.42	0,00	0,00
2	3,063,865.65	186,589.42	306,386.56	492,975.98
3	2,757,479.09	167,930.48	306,386.56	474,317.04
4	2,451,092.53	149,271.54	306,386.56	455,658.10
5	2,144,705.97	130,612.59	306,386.56	436,999.15
6	1,838,319.41	111,953.65	306,386.56	418,340.21
7	1,531,932.85	93,294.71	306,386.56	399,681.27
8	1,225,546.29	74,635.77	306,386.56	381,022.33
9	919,159.73	55,976.83	306,386.56	362,363.39
10	612,773.17	37,317.89	306,386.56	343,704.45
11	306,386.61	18,658.94	306,386.56	325,045.50
TOTAL	0,00			

Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO V

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

5.1 DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio permite conocer el punto donde las ventas y la producción no generan pérdida ni ganancias, según Paredes, 1996; en este punto los ingresos igualan los costos fijos y variables; su fórmula responde a:

$$PE = \frac{Costos\ fijos}{1 - \frac{Costos\ variables}{ventas}}$$ Ecuación V-1

El proyecto presenta el punto de equilibrio monetario y punto de equilibrio en volumen físico en el primer año, según el análisis de los Cuadros V-1, Cuadro V-2.

CUADRO V-1: PUNTO DE EQUILIBRIO MONETARIO (Bs.)

Costo fijo total	536,439.15
Costo variable total	2,791,482.76
Ventas totales	4,102,712.90
Punto de Equilibrio	**1,676,581.90**

Fuente: Elaboración propia.

Para mejor entendimiento se halló el punto de equilibrio en volumen físico en kilogramos producidos.

$$\text{PEV} = \frac{\text{P.E. monetario}}{\text{precio de venta}}$$ Ecuación V-2

CUADRO V-2:

CUADRO DE PUNTO DE EQUILIBRIO EN VOLUMEN FÍSICO

Punto de Equilibrio en Volumen Físico	
P.E. monetario	1,676,581.90
Precio de Venta (Bs.)	14.30
P.E.V.	**117,243.49**

Fuente: Elaboración propia.

5.2 DETERMINACIÓN DE INDICADORES ECONÓMICOS

Un indicador económico es un dato estadístico sobre la economía que permite el análisis de la situación y rendimiento económico pasado y presente así como realizar pronósticos para el futuro, los indicadores económicos incluyen varios índices e informes de gastos y ganancias.

5.3 FUENTES Y USOS DE FONDOS

El flujo de fondos llamado también de origen y aplicación, muestra el origen de los fondos monetarios y su destino o aplicación en el tiempo también permite conocer la estructura y necesidad financiera del proyecto en un periodo dado, analizado en el cuadro V-3.

CUADRO V-3: FLUJO DE CAJA (Bs.)

No	DETALLE	INSTALACIÓN	PRODUCCIÓN									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	**Ingresos Efectivos (con IVA)**		**4,102,712.90**	**5,470,279.10**	**6,154,062.20**	**6,837,859.60**	**6,837,859.60**	**6,837,859.60**	**6,837,859.60**	**6,837,859.60**	**6,837,859.60**	**9,341,015.05**
	Ingresos por ventas		4,102,712.90	5,470,279.10	6,154,062.20	6,837,859.60	6,837,859.60	6,837,859.60	6,837,859.60	6,837,859.60	6,837,859.60	6,837,859.60
	Capital de Trabajo		1,525,932.73									
	Otros Ingresos		**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
2	**EGRESOS EFECTIVOS (con IVA) (a+b+c+d)**	**2,322,899.39**	**3,900,896.94**	**4,786,735.63**	**5,229,654.61**	**5,672,576.53**	**5,672,576.53**	**5,672,576.53**	**5,672,576.53**	**5,672,576.53**	**5,672,576.53**	**5,672,576.53**
	a) Costo de operacion aporte propio	**2,322,899.39**										
	Inversión Fija	2,306,899.39										
	Inversión Diferida	16,000.00										
	b) Costo efectivo de producción		**3,327,921.51**	**4,068,671.69**	**4,439,046.28**	**4,809,420.87**	**4,809,420.87**	**4,809,420.87**	**4,809,420.87**	**4,809,420.87**	**4,809,420.87**	**4,809,420.87**
	COSTO VARIABLE											
	Materia prima		856,809.00	1,142,412.00	1,285,213.50	1,428,015.00	1,428,015.00	1,428,015.00	1,428,015.00	1,428,015.00	1,428,015.00	1,428,015.00
	Material directo		1330492.86	1773990.48	1995739.29	2,217,488.10	2,217,488.10	2,217,488.10	2,217,488.10	2,217,488.10	2,217,488.10	2,217,488.10
	Mano de obra directa		574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50	574,791.50
	Insumo Energético		29,389.00	39,186.00	44,084.00	48,982.00	48,982.00	48,982.00	48,982.00	48,982.00	48,982.00	48,982.00
	COSTOS FIJOS											
	Costos de Administración		369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20	369,270.20
	Costo de Comercialización		5,557.68	7,410.24	8,336.52	9,262.80	9,262.80	9,262.80	9,262.80	9,262.80	9,262.80	9,262.80
	Depreciación		160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27	160,011.27
	Amort. Inver. Dif.		1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00
	c) Amortización del Préstamo		**436,225.54**	**436,225.54**	**436,225.54**	**436,225.54**	**436,225.54**	**436,225.54**	**436,225.54**	**436,225.54**	**436,225.54**	**436,225.54**
	d) Impuestos Nacionales		**136,749.89**	**281,838.40**	**354,382.79**	**426,930.12**	**426,930.12**	**426,930.12**	**426,930.12**	**426,930.12**	**426,930.12**	**426,930.12**
	Impuestos transacciones		123,081.39	164,108.37	184,621.87	205,135.79	205,135.79	205,135.79	205,135.79	205,135.79	205,135.79	205,135.79
	Impuestos utilidades 25%		13,668.50	117,730.03	169,760.92	221,794.33	221,794.33	221,794.33	221,794.33	221,794.33	221,794.33	221,794.33
3	**FLUJO DE CAJA FINANCIERO (1-2)**	**2,322,899.39**	**1,681,970.71**	**683,543.47**	**924,407.59**	**1,165,283.07**	**1,165,283.07**	**1,165,283.07**	**1,165,283.07**	**1,165,283.07**	**1,165,283.07**	**1,165,283.07**

Fuente: Elaboración Propia.

5.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA

En este punto se analiza el rendimiento y rentabilidad del proyecto mediante una evaluación financiera.

5.5 VALOR ACTUAL NETO

El Valor Actual Neto (V.A.N.) es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto.

El método de valor presente es uno de los criterios económicos más ampliamente utilizados en la evaluación de proyectos de inversión. Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo 0 de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado.

La fórmula del VAN se expresa de la siguiente manera:

$$\mathbf{VAN} = -\mathbf{I} + \frac{\mathbf{FC_1}}{(\mathbf{1}+\mathbf{i})^{\mathbf{1}}} + \frac{\mathbf{FC_2}}{(\mathbf{1}+\mathbf{i})^{\mathbf{2}}} + \ldots\ldots\ldots\ldots + \frac{\mathbf{FC_n}}{(\mathbf{1}+\mathbf{i})^{\mathbf{n}}}$$

Donde

$\mathbf{FC_{1\text{-}n}}$: flujo de caja

n : vida útil del proyecto

i : Tasa de actualización (16%)

I: inversión inicial

CUADRO V-4:

FLUJO NETO FINANCIERO (Bs.)

INVERSIÓN	AÑO									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2,322,899.39	1,681,970.71	683,543.47	924,407.59	1,165,283.07	1,165,283.07	1,165,283.07	1,165,283.07	1,165,283.07	1,165,283.07	1,165,283.07

Fuente: Elaboración Propia.

V.A.N. = 3,242,269.42Bs.

5.6 TASA INTERNA DE RETORNO

La tasa interna de retorno T.I.R. es la tasa que iguala el valor presente neto a cero, es conocida también como la tasa de rentabilidad producto de la reinversión de los flujos netos de efectivo dentro de la operación propia del negocio y se expresa en porcentaje.

Responde a la fórmula:

$$\mathbf{TIR} = \mathbf{i_1} + (\mathbf{i_2} - \mathbf{i_1}) * \left[\frac{\mathbf{VAN_1}}{\mathbf{VAN_1} - \mathbf{VAN_2}}\right]$$

Donde:

$\boldsymbol{i_1} = tasa\ de\ actualización\ del\ último\ VAN\ positivo$

$\boldsymbol{i_2} = tasa\ de\ actualización\ del\ último\ VAN\ negativo$

$\boldsymbol{VAN_1} = Valor\ actual\ neto, obtenido\ con\ i_1$

$\boldsymbol{VAN_2} = Valor\ actual\ neto, obtenido\ con\ i_2$

El proyecto tiene una **TIR = 50,28 %**

5.7 RELACIÓN BENEFICIOS/COSTO

La relación B/C muestra la cantidad de dinero actualizado que percibirá el proyecto por cada unidad monetaria invertida, resulta de dividir los ingresos brutos actualizados (beneficios) entre los costos actualizados, a una tasa de interés vigente en el mercado.

La relación debe ser:

B/C>1 para que el proyecto perciba beneficios caso contrario no es aconsejable invertir en el proyecto.

Para el cálculo se emplea la siguiente fórmula:

$$\frac{\boldsymbol{B}}{\boldsymbol{C}} = \frac{\frac{\boldsymbol{B_1}}{(\boldsymbol{1+i})^{\boldsymbol{1}}} + \frac{\boldsymbol{B_2}}{(\boldsymbol{1+i})^{\boldsymbol{2}}} + \frac{\boldsymbol{B_3}}{(\boldsymbol{1+i})^{\boldsymbol{3}}} + \cdots \ldots + \frac{\boldsymbol{B_n}}{(\boldsymbol{1+i})^{\boldsymbol{n}}}}{\frac{\boldsymbol{C_0}}{(\boldsymbol{1+i})^{\boldsymbol{0}}} + \frac{\boldsymbol{C_1}}{(\boldsymbol{1+i})^{\boldsymbol{1}}} + \frac{\boldsymbol{C_2}}{(\boldsymbol{1+i})^{\boldsymbol{2}}} + \cdots \ldots \ldots + \frac{\boldsymbol{C_n}}{(\boldsymbol{1+i})^{\boldsymbol{n}}}}$$

B_{1-n}= Beneficio bruto en el año 1; 2; 3;…n.

C_0= costo de inversión en el año 0

C_{1-n}= costo de inversión en el año 1 hasta n.

(1+i) = factor de actualización.

n = periodo

El proyecto presenta un índice de:

B/C= 1,415 Bs.

5.8 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad permite determinar cuánto varía (que tan sensible son) el V.A.N. y la T.I.R. ante el cambio de variables del proyecto; en los siguientes cuadros se analiza un disminución de ventas e incremento de precio de materia prima, insumos y mano de obra para evaluar las variables del proyecto.

5.8.1 Análisis con la variación en ventas

Para el caso de disminución de ventas (cuadro V-5), se ve claro que el proyecto llega al límite en sostenibilidad con la disminución de un 12 % de las ventas, cuadro V-5.

CUADRO V-5

VARIACIÓN EN VENTAS

Indicador	Dato
V.A.N. (Bs.)	86,111.05
T.I.R. (%)	18,33
B/C (Bs.)	1,09

Fuente: Elaboración propia.

5.8.2 Análisis en incremento de precio de materia prima

El siguiente cuadro refleja el resultado de los indicadores económicos cuando se aumenta el precio de la materia prima en un 24 %, la T.I.R. no iguala al índice con el que se calcula el V.A.N. (Cuadro V- 6), por lo cual el proyecto sigue siendo rentable.

CUADRO V-6

INCREMENTO DE PRECIO DE MATERIA PRIMA

Indicador	Dato
V.A.N. (Bs.)	153.750,02
T.I.R. (%)	27,92
B/C (Bs.)	1,14

Fuente: Elaboración propia.

5.8.3 Análisis del incremento del precio de mano de obra

El siguiente cuadro refleja el resultado de los indicadores económicos cuando se incrementa el costo de la mano de obra en un 29% (Cuadro V-7), muestra el bajo impacto de la mano de obra en el proceso esto en referencia a otros variables de más peso como son el precio de materia prima y ventas.

CUADRO V-7

INCREMENTO DEL PRECIO DE MANO DE OBRA

Indicador	Dato
V.A.N. (Bs.)	286.956,41
T.I.R. (%)	46,25
B/C (Bs.)	1,28

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Una vez concluido con el análisis de los capítulos precedentes del presente proyecto se llega a las siguientes conclusiones:

El análisis del estudio de prefactibilidad de una Planta Procesadora de Almidón de maíz en el Departamento de Tarija, determinó la viabilidad del proyecto con un V.A.N. 3,242,269.42 Bs**.**, una T.I.R. 50,28 % y un B/C 1,415 Bs**.**; además se constató la inexistencia de empresas productoras competidoras a nivel nacional lo que favorece en gran medida al proyecto.

Con el análisis de la localización se pudo determinar a la zona del Portillo ubicada en la provincia Cercado del departamento de Tarija como la más favorable, por tener acceso a servicios necesarios y estables en su suministro, además por la cercanía para comercializar el producto.

Mediante el estudio de mercado se pudo determinar que el almidón de maíz cuenta con una gran demanda, por lo que siendo un producto importado no satisface el 100% de la demanda existente, por ello la gran necesidad de implementar una planta procesadora de almidón de maíz que cubra la demanda insatisfecha y un cierto porcentaje de la demanda existente; a la vez, aportamos de gran manera a darle un valor agregado a la materia prima; por este motivo, se diseñó el proyecto con una capacidad de 450 toneladas.

La existencia de la materia e insumos en el departamento de Tarija, muestra un abastecimiento continuo a la planta para la producción, en el estudio de ingeniería del proyecto, se realiza la selección del proceso más adecuado para la producción de almidón, llegando a la conclusión de que el proceso de molienda húmeda proporciona mayor rendimiento de almidón contenido en el maíz. La mayoría de los equipos necesarios para la producción son reactores con base cónica; además, se debe señalar que es de vital importancia realizar un control estricto de la etapa de hinchado de grano, ya que es el punto de partida para ablandar el maíz y así obtener un buen rendimiento de almidón. El tiempo de producción es de 17 horas continuas, sin contar el tiempo de hinchado de grano, ya que este proceso se realiza un día anterior.

Con el proyecto se contribuye a la generación de empleos directos de 18 personas, siendo 15 trabajadores y 3 ejecutivos; paralelo a esto, se genera empleo en la parte de comercialización independiente aproximadamente a unas 20 personas.

Efectuando la evaluación económica del proyecto obtuvimos un V.A.N. 3,242,269.42 Bs, una T.I.R. 50,28 % y un B/C 1,415 Bs, con tan solo un margen de ganancias esperada del 0,25 y un precio de venta de 14,30 Bs por kilogramo de almidón de maíz siendo este precio mucho menor a los 20 Bs por kilogramo al que se vende el almidón de maíz en el mercado.

El análisis de sensibilidad demostró que existe un elevado riesgo de inversión en referencia a la poca flexibilidad en el porcentaje de ventas de producto necesario para obtener ingresos, aunque este riesgo disminuye al analizar el mercado favorable en todos los sentidos tanto económico como de aceptación del producto.

6.2 RECOMENDACIONES

Al analizar el presente proyecto de prefactibilidad se llega a elaborar las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda a la empresa interesada en producir almidón de maíz invertir en el proyecto por la rentabilidad que tiene considerando que el punto más débil en el análisis de sensibilidad es la ventas del almidón.
- Se recomienda a la empresa interesada en producir almidón que debe considerar la ampliación de nuevos mercados para este producto, pudiendo ser a los departamentos vecinos de Tarija, con el fin de incrementar las posibilidades de éxito empresarial.
- Las personas que formen parte del recurso humano de la Planta Procesadora de Almidón, deben ser personas capaces de asumir compromisos de largo plazo para el efectivo desarrollo de este proyecto.
- Considerar el trabajo conjunto con la comunidad para retribuir a la misma con la ayuda social.