

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA



ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
PLANTA PROCESADORA DE ALMIDÓN DE MAIZ EN EL
DEPARTAMENTO DE TARIJA

Por:

JESICA LORENA TOCONÁS

Modalidad de graduación Proyecto de Grado presentado a consideración de la
“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para
optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Química.

Agosto de 2016

TARIJA-BOLIVIA

VºBº

Ing. René Emilio Michel Cortés
DOCENTE GUIA

Ing. Ernesto Álvarez
DÉCANO FACULTAD
CIENCIAS Y TECNOLOGIA

Ing. Silvana Paz
VICEDECANO FACULTAD
CIENCIAS Y TECNOLOGIA

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

ING. JOSÉ ERNESTO AUAD A.

ING. IGNACIO VELÁSQUEZ SOSA

ING. CECILIA CALDERÓN

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad de la autora.

DEDICATORIA

La vida se encuentra plagada de retos, y uno de ellos es la universidad. Tras verme dentro de ella, me he dado cuenta que más allá de ser un reto, es una base no solo para mi entendimiento del campo en el que me he visto inmersa, sino para lo que concierne a la vida y mi futuro.

El presente Proyecto está dedicado a mi madre Sonia Toconas; aunque no esté físicamente con nosotros, sé que desde el cielo siempre me cuida y me guía para que todo salga bien.

A mis padres Simón Toconas Ocampo y Virginia Caihuara Tejerina, que siempre me apoyaron incondicionalmente brindándome su apoyo, comprensión y sus consejos para hacer de mí una mejor persona, con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis ideales; todo lo que hoy soy es gracias a ellos, han fomentado en mí, el deseo de superación y de triunfo en la vida, lo que ha contribuido a la consecución de este logro, espero contar siempre con su valioso e incondicional apoyo.

A toda mi familia que es lo mejor y más valioso que Dios me ha dado, siempre han creído en mí, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio: enseñándome a valorar todo lo que tengo.

Y a todas aquellas personas que durante este tiempo estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

Agradezco a Jehová, ser maravilloso que me dió fuerza y fe para creer lo que me parecía imposible terminar.

Al Ing. René E. Michel C. por su tutoría y tiempo brindado en la elaboración de este trabajo.

Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica,

"La Voluntad".

(Albert Einstein)

ÍNDICE

	Paginas
ADVERTENCIA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PENSAMIENTO.....	iv
RESUMEN.....	v

INTRODUCCIÓN

I.- Antecedentes.....	1
II.- Objetivos.....	3
III.- Justificación e Importancia del Proyecto.....	4

CAPÍTULO I

ESTUDIO DE MERCADO

1.1 GENERALIDADES.....	5
1.2 ESTRUCTURA DEL MERCADO DEL ALMIDÓN DE MAÍZ.....	5
1.2.1. A NIVEL NACIONAL.....	5
1.2.1.1. Importación de Almidón de Maíz en Bolivia.....	5
1.2.1.2. Mercado Consumidor.....	6
1.2.1.3. Mercado Competidor.....	6
1.2.2. A NIVEL LOCAL.....	7
1.3. DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA.....	7
1.3.1. Maíz Morocho.....	7
1.3.2. Maíz Kulli.....	8
1.3.3. Maíz Perla.....	9
1.3.4. Maíz Hualtaco.....	10
1.3.5. Maíz Amarillo Duro Cubano Amarillo.....	10
1.4. DESCRIPCIÓN DEL ALMIDÓN DE MAÍZ.....	11
1.4.1. Características Generales del Almidón de Maíz.....	11
1.4.2. Usos y Aplicaciones del Almidón de Maíz.....	12

1.5. ANÁLISIS DE LA OFERTA DEL MAIZ A NIVEL NACIONAL.....	12
1.5.1. Maíces Bolivianos.....	12
1.6. Justificación de la Selección de la Materia Prima del Almidón de Maíz.....	17
1.7. Análisis de la Oferta del Maíz Cubano Amarillo en el Departamento de Tarija.....	18
1.8. Análisis de la Oferta del Almidón de Maíz.....	19
1.8.1. Producción Nacional.....	19
1.8.2. Importaciones Nacionales.....	19
1.8.3. Oferta de Almidón de Maíz en el Departamento de Tarija.....	20
1.9. Análisis de la de la Demanda del Maíz Cubano Amarillo en el Departamento de Tarija....	21
1.10. Análisis de la Demanda del Almidón de Maíz en el Departamento de Tarija.....	22
1.11. Descripción Geográfica del Mercado.....	24
1.12. Políticas de Comercialización.....	25
1.12.1. Comercialización del Almidón de Maíz en el Departamento de Tarija.....	25
1.13. ANÁLISIS DE PRECIOS.....	26
1.13.1. Análisis de Precio de la Materia Prima.....	26
1.13. Análisis de Precio del Almidón de Maíz.....	28
1.14. Proyecciones.....	30
1.14.1. Análisis del Maíz Cubano Amarillo.....	30
1.14.1. 1. Análisis de la Demanda de Maíz en Tarija.....	30
1.14.1. 2. Análisis Oferta de Maíz en Tarija.....	31
1.14.1. 3. Resultados.....	32
1.14.2. Análisis del Almidón de Maíz.....	32
1.14.2. 1. Análisis de la Demanda de Almidón de Maíz en Tarija.....	32
1.14.2. 2. Análisis Oferta de Almidón de Maíz en Tarija.....	33
1.14.2. 3. Resultados.....	34

CAPÍTULO II

TAMAÑO Y LOCALIZACION

2.1. TAMAÑO DEL PROYECTO.....	36
2.1.1. Tamaño y Materias Primas.....	36
2.1.2. Tamaño y Mercado Consumidor.....	38
2.2. JUSTIFICACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN.....	39
2.2.1. Macro localización.....	39

2.2.2. Micro localización.....	40
2.2.3. Factores Determinantes.....	40
2.2.3.1. Terreno.....	40
2.2.3.2. Precio del Terreno.....	40
2.2.3.3. Servicios Básicos.....	41
2.2.3.4. Costo de Transporte de Materia Prima.....	41
2.2.3.5. Precio de Transporte de Producto Final.....	42
2.3. ELECCIÓN DE LA LOCALIZACIÓN.....	42
2.3.1. Ponderación de Peso Relativo.....	42
2.3.2. Escala de Calificación.....	42
2.3.3. Alternativas de Localización.....	42
2.3.4. Calificación de alternativas.....	43
2.4. DESCRIPCIÓN DE LOS FACTORES DE LA ALTERNATIVA.....	44

CAPÍTULO III

INGENIERÍA DEL PROYECTO

3.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA MATERIA PRIMA.....	45
3.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PRODUCTO.....	46
3.2.1. Composición Química del Almidón de Maíz.....	46
3.2.1.1. Amilosa.....	46
3.2.1.2. Amilopectina.....	47
3.3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS EXISTENTES PARA LA ELABORACIÓN DEL PRODUCTO.....	48
3.3.1. MOLIENDA SECA.....	48
3.3.1.1. Detalle del Proceso de la Molienda Seca de Maíz.....	49
3.3.1.1.1. Recepción.....	49
3.3.1.1.2. Limpieza.....	49
3.3.1.1.3. Proceso de Desgerminación.....	49
3.3.1.1.4. Molienda.....	50
3.3.1.1.5. Secado.....	50
3.3.1.1.6. Empacado.....	50
3.3.2. MOLIENDA HÚMEDA.....	51
3.3.2.1. Detalle del Proceso de la Molienda Húmeda de Maíz.....	51

3.3.2.1.1.	Pesaje y Recepción de la Materia Prima.....	51
3.3.2.1.2.	Limpieza.....	51
3.3.2.1.3.	Hinchado de Grano	51
3.3.2.1.4.	Trituración.....	52
3.3.2.1.5.	Ablandamiento.....	52
3.3.2.1.6.	Tamizado.....	52
3.3.2.1.7.	Refinado.....	52
3.3.2.1.8.	Separación y Secado.....	53
3.3.2.1.9.	Molturación.....	53
3.3.2.1.10.	Envasado.....	53
3.4.	SELECCIÓN DEL PROCESO A DISEÑAR	53
3.4.1.	Ponderación de peso relativo.....	54
3.4.2.	Escala de calificación	55
3.4.3.	Alternativas de Procesos.....	55
3.4.4.	Calificación de Alternativas.....	55
3.5.	DIAGRAMA DE FLUJO.....	57
3.6.	BALANCE DE MATERIA.....	59
3.6.1.	Pesaje y Recepción de la Materia Prima.....	61
3.6.2.	Clasificadora Limpiadora.....	61
3.6.3.	Elevador de Cangilones.....	61
3.6.4.	Tanque Intercambiador.....	62
3.6.5.	Reactor Recolector- Distribuidor.....	63
3.6.6.	Trituración en Molino de Discos.....	64
3.6.7.	Elevador de Cangilones.....	64
3.6.8.	Reactor de Ablandamiento.....	65
3.6.9.	Tamiz Rotativo.....	66
3.6.10.	Reactor con Agitador.....	67
3.6.11.	Bomba Centrifuga.....	67
3.6.12.	Reactor de Refinado.....	68
3.6.13.	Separación y Secado	71
3.6.14.	Elevador de Tornillo sin fin.....	72
3.6.15.	Molino Pulverizador.....	72
3.6.16.	Envasado	73
3.7.	DIMENSIONAMIENTO.....	75

3.7.1. Dimensionamiento y diseño del reactor con serpentín para el hinchado del maíz.....	75
3.7.1.1. Dimensionamiento del Reactor.....	75
3.7.1.2. Diseño del Serpentín.....	77
3.7.1.3. Diseño del reactor con el serpentín.....	79
3.8. BALANCE DE ENERGÍA.....	81
3.8.1. Reactor con serpentín para el hinchamiento del grano de Maíz.....	81
3.8.1.1. Etapa de Calentamiento.....	81
3.8.1.1. Conservación de la mezcla a temperatura constante.....	84
3.9. DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS.....	86
3.9.1. Reactor con serpentín- Tanque intercambiador.....	86
3.9.2. Recolector- Distribuidor.....	86
3.9.3. Elevador de Cangilones.....	87
3.9.4. Reactor de ablandamiento.....	87
3.9.5. Tamiz Rotativo.....	88
3.9.6. Tanque con agitador- Recolector.....	89
3.9.7. Reactor de Refinacion.....	90
3.9.7.1. Etapa 1 de Refinación.....	90
3.9.7.2. Etapa 2 de Refinación.....	91
3.9.7.3. Etapa 3 de Refinación.....	92
3.10. DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA.....	102
3.11. REQUERIMIENTO DE INSUMOS QUÍMICOS.....	105
3.12. SERVICIOS AUXILIARES.....	106
3.12.1. Energía Eléctrica.....	106
3.12.2. Consumo de Agua.....	107
3.12.3. Consumo de Gas.....	109
3.13. EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA PLANTA.....	110
3.14. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN CPM Y GANTT.....	111
3.15. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA.....	113
3.15.1. Descripción de funciones de los principales cargos.....	114

CAPÍTULO IV

ASPECTOS ECONÓMICOS DEL PROYECTO

4.1. INVERSIÓN DEL PROYECTO.....	116
----------------------------------	-----

4.1.1. Estructura de la inversión.....	116
4.1.2. Inversión Fija.....	116
4.1.2.1. Activos Fijos del proyecto.....	116
4.1.3. Inversión Diferida.....	120
4.1.4. Capital de Trabajo.....	125
4.1.5. Costo de Producción.....	126
4.1.6. Costo Fijos y Variables.....	127
4.1.7. Costo Unitario del Producto.....	128
4.1.8. Estimación de Ingresos.....	129
4.1.9. Determinación de Utilidades.....	129
4.2. FINANCIAMIENTO.....	131
4.2.1. Necesidad de Capital.....	131
4.2.2. Fuentes de financiamiento.....	132
4.2.3. Amortizaciones.....	132
4.2.3.1. Amortización Fija.....	133
4.2.3.2. Amortización Diferida.....	134

CAPÍTULO V

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

5.1. DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE EQUILIBRIO.....	136
5.2. DETERMINACIÓN DE INDICADORES ECONÓMICOS.....	137
5.3. FUENTES Y USOS DE FONDOS.....	137
5.4. EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	139
5.5. VALOR ACTUAL NETO.....	139
5.6. TASA INTERNA DE RETORNO.....	140
5.7. RELACIÓN BENEFICIO COSTO.....	141
5.8. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	142
5.8.1. Análisis con la variación en venta.....	142
5.8.2. Análisis en incremento de precio de materia prima.....	142
5.8.3. Análisis del incremento del precio de mano de obra.....	143

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES.....	145
6.2. RECOMENDACIONES.....	146

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

	Paginas
CUADRO 1: Producción de Almidón por materias primas.....	1
CUADRO 2: Países que se destacan en la importación de Almidón de Maíz.....	2
CUADRO I-1: Estructura del Mercado del almidón a nivel nacional.....	7
CUADRO I-2: Zonas Productoras de maíz en Bolivia.....	14
CUADRO I-3: Rendimiento, oferta y destino de los maíces Bolivianos.....	15
CUADRO I-4: Aporte a la producción Nacional de maíz Cubano Amarillo.....	16
CUADRO I-5: Datos generales del maíz amarillo duro Cubano Amarillo.....	17
CUADRO I-6: Oferta del maíz Cubano Amarillo en el departamento de Tarija.....	18
CUADRO I-7: Importación legal nacional de almidón de maíz.....	19
CUADRO I-8: Oferta de almidón de maíz en el departamento de Tarija.....	20
CUADRO I-9: Demanda de maíz Cubano Amarillo en el departamento de Tarija.....	21
CUADRO I-10: Consumo Industrial de almidón de maíz en el departamento de Tarija.....	23
CUADRO I-11: Consumo de almidón de maíz en el departamento de Tarija.....	24
CUADRO I-12: Diferencia de los precios del maíz Cubano Amarillo.....	28
CUADRO I-13: Precios y márgenes de comercialización del almidón en Tarija.....	29
CUADRO I-14: Análisis de la Demanda en Tarija.....	30
CUADRO I-15: Valores de las Variables.....	31
CUADRO I-16: Análisis de la Oferta en Tarija.....	31
CUADRO I-17: Valores de las Variables.....	31
CUADRO I-18: Proyecciones de oferta y demanda de maíz.....	32
CUADRO I-19: Análisis de la Demanda.....	33
CUADRO I-20: Valores de las variables.....	33
CUADRO I-21: Análisis oferta en Tarija.....	33
CUADRO I-22: Valores de las variables.....	34
CUADRO I-23: Proyecciones de Oferta y Demanda del almidón de maíz.....	34
CUADRO I-24: Estimación de demanda insatisfecha.....	35
CUADRO II-1: Producción de maíz cubano amarillo en Tarija.....	37
CUADRO II-2: Actividades desarrolladas para la producción del maíz cubano amarillo.....	37
CUADRO II-3: Disponibilidad de maíz cubano amarillo por día.....	38

CUADRO II-4: Valores ponderados de peso relativo.....	42
CUADRO II-5: Calificación de factores de localización	43
CUADRO II-6: Datos climáticos de la ciudad de Tarija- Zona El Portillo.....	44
CUADRO II-7: Costo de transporte por kilómetro de la materia prima.....	44
CUADRO III-1: Composición química promedio del grano de maíz cubano amarillo.....	45
CUADRO III-2: Valores ponderados de peso relativo.....	54
CUADRO III-3: Propiedades funcionales del almidón según el proceso de molienda.....	55
CUADRO III-4: Calificación de factores del proceso a seleccionar para la obtención de almidón de maíz.....	56
CUADRO III-5: Cuadro comparativo: Molienda Húmeda vs. Molienda seca.....	57
CUADRO III-6: Cuadro resumen del balance de materia de todo el proceso.....	73
CUADRO III-7: Especificaciones técnicas del reactor con serpentín.....	79
CUADRO III-8: Cuadro resumen de las especificaciones de los equipos en el proceso en base a cálculos y cotizaciones.....	92
CUADRO III-9: Requerimiento de Insumo Diario.....	104
CUADRO III-10: Requerimiento de Insumo Anual.....	104
CUADRO III-11: Energía requerida para la producción.....	105
CUADRO III-12: Costos de Energía Eléctrica.....	106
CUADRO III-13: Agua requerida para la producción.....	106
CUADRO III-14: Cálculo de agua requerida por el Serpentín.....	107
CUADRO III-15: Costos de agua.....	107
CUADRO III-16: Gas requerido para la producción.....	108
CUADRO III-17: Costo de gas Natural.....	108
CUADRO III-18: Evaluación Técnica.....	109
CUADRO III-19: Cronograma de Ejecución.....	110
CUADRO III-20: Diagrama de Gantt.....	111
CUADRO IV-1: Maquinaria y equipos.....	117
CUADRO IV-2: Obras Civiles e Instalaciones.....	118
CUADRO IV-3: Muebles y enseres.....	119
CUADRO IV-4: Vehículos.....	120
CUADRO IV-5: Beneficios Sociales.....	120

CUADRO IV-6: Mano de obra.....	121
CUADRO IV-7: Insumos y Materia Prima.....	122
CUADRO IV-8: Insumos Energéticos.....	123
CUADRO IV-9: Gasto de Transporte.....	124
CUADRO IV-10: Capital de Trabajo.....	124
CUADRO IV-11: Costo de Producción.....	125
CUADRO IV-12: Costo fijos y variables.....	126
CUADRO IV-13: Costo Unitario de Producción por Kilogramo.....	127
CUADRO IV-14: Costo unitario del Producto.....	128
CUADRO IV-15: Estado de Pérdidas y Ganancias.....	129
CUADRO IV-16: Financiamiento de Inversión.....	130
CUADRO IV-17: Monto de Préstamo.....	131
CUADRO IV-18: Plan de Pago cuota fija.....	132
CUADRO IV-19: Plan de Pago cuota variable.....	133
CUADRO V-1: Punto de equilibrio Monetario.....	134
CUADRO V-2: Cuadro de Punto de equilibrio en volumen físico.....	134
CUADRO V-3: Flujo de Caja.....	136
CUADRO V-4: Flujo Neto Financiero.....	138
CUADRO V-5: Variación en Ventas.....	140
CUADRO V-6: Incremento de precio de Materia Prima.....	140
CUADRO V-7: Incremento del precio de Mano de obra.....	141

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
FIGURA I-1: Evolución de la Producción de maíz grano en Bolivia.....	13
FIGURA I-2: Canales de comercialización del almidón de maíz en el departamento de Tarija..	26
FIGURA I-3: Evolución de los precios del maíz Cubano Amarillo.....	27
FIGURA II-1: Mapa de Localización.....	45
FIGURA III-1: Organigrama de la empresa.....	45

ÍNDICE DE LAYOUT

LAYOUT III-1: Corrientes de entrada y salida de materia prima e insumos en los equipos.....	59
LAYOUT III-2: Distribución de los equipos en planta.....	101
LAYOUT III-3: Descripción de la planta en general Planta Baja.....	102
LAYOUT III-4: Descripción de la planta en general Planta Alta.....	103

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO I-1: Demanda y Oferta Proyecciones.....	35
--	----

ÍNDICE DE DIAGRAMAS DE FLUJO

DIAGRAMA DE FLUJO III-1: Proceso de molienda húmeda de maíz.....	58
---	----