

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

**“DISEÑO DE UN PROCESO DE SECADO DE MANZANILLA
DIRIGIDO A LA ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES
AGRÍCOLAS DE LA COMUNIDAD DE ERQUIZ DEL
DEPARTAMENTO DE TARIJA”**

Por:

MARIANA GUZMÁN

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

TARIJA-BOLIVIA

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre, ya que, sin su trabajo, sin su sacrificio y sin la confianza depositada en mí, hoy yo no estaría celebrando la culminación de este Proyecto de Grado.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la fuerza y voluntad en los momentos más difíciles.

A mi madre, Claudia Guzman, mi pilar más importante y mi principal inspiración, por haber caminado de la mano conmigo en todo este trayecto.

A mis hermanos y hermana, por demostrarme siempre su cariño y su apoyo incondicional.

A mis amigos, Keila y Nicolas, por creer en mi cuando ni yo misma lo hacía.

A mis docentes, Ingeniera Mariana, Ingeniero Dean, Ingeniero Ismael, Ingeniera Virginia por su guía y compromiso con este proyecto.

A la Asociación de productores Agrícolas de Erquiz por extenderme la mano y permitirme realizar el estudio pertinente en su sector de trabajo.

A la universidad, por permitirme el uso de sus laboratorios para poder realizar las prácticas de secado pertinentes, así mismo al Ing. Marco Flores por permitirme el uso de su deshidratador industrial.

REFLEXIÓN

“Si oyes una voz en tu interior que dice **no puedes pintar**, pinta por todos los medios y esa voz será silenciada.”

Vincent Van Gogh

ÍNDICE

	Página
Advertencia	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Reflexión	iv
Resumen	v

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
2.1. Identificación del Problema.....	2
2.2. Árbol de Problemas.....	4
2.3. Formulación del Problema	5
3. OBJETIVOS DEL TRABAJO	5
3.1. Objetivo General.....	5
3.2. Objetivos Específicos.....	5
4. DELIMITACIÓN DEL TRABAJO.....	5
4.1 Limite Científico.....	5
4.2. Limite Geográfico	6
4.3. Límite Temporal	6
5. JUSTIFICACIÓN	6
5.1. Justificación Académica.....	6
5.2. Justificación Social	6
5.3. Justificación Económica.....	7

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

1.1. Teoría de la Manzanilla	8
1.1.1. Descripción Botánica.....	8
1.1.2. Clasificación Botánica.....	8
1.1.3. Composición Química	8
1.1.4. Usos y Propiedades.....	9
1.2. Teoría del Secado.....	10
1.2.1. Importancia del Secado.....	11
1.2.2. Tipos de Secado	11
1.2.2.1. Secado Natural	11
1.2.2.2. Secado Artificial.....	11
1.2.3. Clasificación de Secadores	12
1.2.4. Tipos de Secadores.....	13
1.2.4.1. Secadores de Horno o Estufa	13
1.2.4.2. Secadores de Bandeja	14
1.2.4.3. Secadores de Túnel.....	14
1.2.4.4. Secadores con Cinta Transportadora	15
1.2.4.5. Secadores Rotatorios.....	15
1.2.5. Cinética del Secado	16
1.2.5.1. Periodo del Secado	16
1.2.5.2. Tiempo del Secado	18
1.2.5.3. Curva de Secado	19
1.2.6. Contenido de Humedad	20
1.2.7. Estática del Secado	22
1.3. Técnicas de Proyección del Mercado.....	22
1.3.1. Métodos de Proyección.....	22
1.3.1.1. Métodos Cualitativos	23
1.3.1.2. Modelos Causales	23
1.4. Tamaño.....	25

1.4.1. Variables Determinantes del Tamaño.....	25
1.4.2. Capacidad Diseñada (Nominal)	26
1.4.3. Capacidad Instalada.....	26
1.4.4. Capacidad Utilizada.....	26
1.5. Localización.....	26
1.5.1. Factores de Localización	27
1.5.2. Macro Localización.....	27
1.5.3. Micro Localización.....	28
1.5.4. Métodos de Evaluación.....	28
1.5.4.1. Métodos de Evaluación por Factores no Cuantificables.....	28
1.5.4.2. Método Cualitativo por Puntos.....	28
1.6. Estudio de Ingeniería.....	29
1.6.1. Proceso de Producción.....	29
1.6.1.1. Según el Flujo Productivo.....	29
1.6.1.2. Según el Tipo de Producto	30
1.6.2. Diagramas de Flujo.....	30
1.6.2.1. Tipos de Flujogramas.....	30
1.6.3. Cursograma Analítico.....	31
1.6.3.1. Simbología del Cursograma	31
1.6.4. Distribución en Planta	32
1.6.4.1. Tipos de Distribución.....	32
1.6.5. Balance de Materia	33
1.6.6. Balance de Energía.....	34
1.6.6.1. Calor.....	34
1.6.6.2. Transferencia de Calor	35
1.7. Evaluación Financiera	37
1.7.1. Indicadores Económicos	37
1.7.1.1. Relación Beneficio – Costo (RBC)	37
1.7.1.2. ROI	37

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO

2. ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO	38
2.1. Presentación de la Asociación	38
2.2. Estructura Organizacional	39
2.3. Descripción de los Productos Ofrecidos al Mercado	40
2.4. Población y Muestra Beneficiaria	41
2.5. Proceso de Producción Agrícola	42
2.5.1. Adecuación del Terreno	43
2.5.2. Siembra	43
2.5.3. Crecimiento	43
2.5.4. Cosecha	43
2.6. Diagrama de Flujo del Proceso Agrícola	46
2.7. Capacidad de Producción	46
2.8. Maquinaria, Equipos y Materiales	47
2.9. Costos e Ingresos de Producción	49
2.10. Proceso de Secado (Postcosecha)	51
2.10.1. Secado	52
2.10.2. Molienda	53
2.10.3. Empaquetado	53
2.10.4. Almacenamiento	53
2.11. Diagrama de Flujo del Proceso de Secado	53
2.12. Capacidad de Secado	55
2.13. Descripción de Secadores Actuales	56
2.14. Cursograma Analítico de las Operaciones Realizadas	56
2.15. Balance de Materia del Proceso	58
2.16. Costo de Proceso Postcosecha	60
2.17. Calendario Agrícola	61

CAPÍTULO III
SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

3. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA	62
3.1. Selección del Proceso a Diseñar	62
3.1.1. Identificación de Alternativas	62
3.1.2. Selección de la Alternativa Óptima	63

CAPÍTULO IV
INGENIERÍA DEL PROYECTO

4. INGENIERÍA DEL PROYECTO	67
4.1. Características Técnicas de la Materia Prima (Producto)	67
4.1.1. Peso	67
4.1.2. Humedad	67
4.2. Materiales Utilizados en Laboratorio	67
4.2.1. Material Vegetal	67
4.2.2. Material de Laboratorio	68
4.3. Pruebas de la Manzana	69
4.3.1. Prácticas de Secado en Laboratorio	70
4.3.1.1. Procedimiento	70
4.3.1.2. Primera Prueba	71
4.3.1.3. Segunda Prueba	75
4.3.1.4. Tercera Prueba	79
4.3.1.5. Pruebas Adicionales	83
4.3.2. Análisis Microbiológico	85
4.3.3. Análisis Organoléptico	87
4.4. Tamaño	89
4.4.1. Factores que Definen el Tamaño	89
4.4.1.1. Dimensión del Mercado	89
4.4.1.2. Capacidad Financiera	90
4.4.1.3. Existencia y Eficiente Suministro de Servicios	90
4.4.1.4. Transporte	90

4.4.2. Capacidad de Secado Diseñada, Instalada y Utilizada	91
4.4.2.1. Capacidad Diseñada.....	91
4.4.2.2. Capacidad Instalada	91
4.4.2.3. Capacidad Utilizada.....	92
4.5. Localización.....	92
4.5.1. Aspectos Técnicos.....	93
4.6. Descripción Proceso Seleccionado	95
4.6.1. Recepción.....	95
4.6.2. Secado.....	96
4.6.3. Molienda	98
4.6.4. Empaque	98
4.6.5. Almacenamiento.....	98
4.7. Diagramas de Flujo	98
4.8. Balances de Materia y Energía	100
4.8.1. Balance de Masa.....	100
4.8.2. Balance de Energía.....	100
4.9. Descripción de los Equipos Principales	102
4.10. Distribución General de la Planta	105
4.11. Cursograma Analítico de las Operaciones Realizadas.....	109
4.12. Variables para Controlar.....	110
4.13. Requerimientos Técnicos de la Planta	111
4.13.1. Requerimiento de Equipos para el Secado Directo de Manzanilla.....	111
4.13.2. Requerimiento de Obras Civiles	112
4.13.3. Requerimiento de Instalaciones y Terreno	114
4.13.4. Requerimiento de Material Auxiliar	114
4.13.5. Requerimiento de Mano de Obra.....	115
4.13.6. Requerimiento de Servicios.....	116
4.13.7. Requerimiento Materia Prima e Insumos	116

CAPÍTULO V
ESTUDIO ECONÓMICO

5. ESTUDIO ECONÓMICO	119
5.1. Inversiones y Financiamiento	119
5.1.1. Inversiones Fijas.....	119
5.1.2. Inversiones en Capital de Trabajo	120
5.1.3. Inversión Total	121
5.1.4. Financiamiento.....	122
5.1.5. Condiciones del Financiamiento	124
5.1.5.1. Amortización del Crédito.....	125
5.2. Determinación de Costos.....	126
5.2.1. Costos Variables.....	126
5.2.2. Costos Fijos.....	126
5.2.3. Costos Totales	127
5.3. Evaluación	128
5.3.1. Relación Costo – Beneficio	128
5.3.2. Cálculo del ROI.....	129
5.3.3. Comparación de Indicadores Antes y Después de la Alternativa	129

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	131
6.1. Conclusiones.....	131
6.2. Recomendaciones.....	132
7. BIBLIOGRAFIA	133

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Árbol de Problemas.....	4
Figura I.1	Secador de Horno	13
Figura I.2	Secador de Bandejas	14
Figura I.3	Secador de Túnel	15
Figura I.4	Secador con ccita Transportadora.....	15
Figura I.5	Secador Rotatorio	16
Figura I.6	Diagrama de Dispersión y de la Línea de Tendencia.	24
Figura I.7	Proceso para un balance de masa sencillo	34
Figura II.1.	Organigrama de la Asociación.....	40
Figura II.2	Preparación del Terreno.....	43
Figura II.3	Crecimiento de la Manzanilla	43
Figura II.4	Cosecha de la Manzanilla	44
Figura II.5	Primera cosecha de la Manzanilla.....	44
Figura II.6	Peine Metálico.....	45
Figura II.7	Proceso Agrícola	46
Figura II.8	Secado de Manzanilla	53
Figura II. 9.	Diagrama de Flujo del Proceso Post Cosecha.....	54
Figura II.10	Cursograma del Proceso Post Cosecha del Operario	57
Figura II.11	Balance de Materia	59
Figura II.11	Balance de Materia del Secado	60
Figura III.1	Alternativas Identificadas	62
Figura IV.1	Manzanilla Lista para Secar	68
Figura IV.2	Muestras del Primer Secado de Manzanilla	71
Figura IV.3	Primera Practica del Secado de Manzanilla	72
Figura IV.4	Curva de Secado a 35 °C.....	73
Figura IV.5	Curva de Velocidad de Secado a 35 °C	74
Figura IV.6	Muestra de la Segunda Prueba de Manzanilla.....	76
Figura IV.7	Segunda Prueba de Secado de Manzanilla	76
Figura IV.8	Curva de Secado a 45 °C.....	78

Figura IV.9 Curva de Velocidad de Secado a 45 °C	78
Figura IV.10 Muestra de la Tercera Prueba de Manzanilla	80
Figura IV.11 Tercera Práctica de Secado de Manzanilla.....	80
Figura IV.12 Curva de Secado a 50 °C.....	81
Figura IV.13 Curva de Velocidad de Secado a 50 °C	82
Figura IV.14 Estufa de Secado.....	84
Figura IV.15 Estufa de Secado.....	84
Figura IV.16 Muestra de Secado a 55 °C.....	85
Figura IV.17 Análisis Microbiológico Secado Natural	86
Figura IV.18 Análisis Microbiológico Secado Artificial.....	87
Figura IV.19 Proyección de la Producción	90
Figura IV.20 Ubicación del Terreno	93
Figura IV.21 Extensión del Terreno	94
Figura IV.22 Altitudes del Terreno.....	95
Figura IV.23 Flujograma del proceso de Secado	99
Figura IV.24 Balance de Masa	100
Figura IV.25 Vista Frontal de Bandejas de Manzanilla.....	106
Figura IV.26 Vista Lateral de Bandejas de Manzanilla	106
Figura IV.27 Vista de la Sala de Secado.....	107
Figura IV.28 Lay-Out	108
Figura IV.29 Cursograma del Operario	109

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro I.1. Ejemplo Método Cualitativo por Puntos	29
Cuadro II.1 Clasificación Económica de Bolivia CAEB-2011	38
Cuadro II.2 Productos Ofrecidos	40
Cuadro II.3 Población de la Comunidad de Erquiz	42
Cuadro II.4 Producción de Manzanilla	47
Cuadro II.5 Maquinaria y Equipos	48
Cuadro II.6 Herramientas	48
Cuadro II.7 Costos de Producción	50
Cuadro II.8 Ingresos de la Producción de Manzanilla	51
Cuadro II.9 Utilidad de la Producción de Manzanilla	51
Cuadro II.10 Capacidades del Secado de Manzanilla.....	55
Cuadro II.11 Costo de Secado	60
Cuadro II.12 Calendario Agrícola	61
Cuadro III.1 Maquinaria de Alternativas	63
Cuadro III.2 Comparación de Alternativas	64
Cuadro III.3 Alternativas del Secado	65
Cuadro III.4 Selección de la Alternativa.....	66
Cuadro IV.1 Humedad de la Manzanilla.....	67
Cuadro IV.2 Material de Laboratorio	68
Cuadro IV. 3. Registro de Datos.....	71
Cuadro IV.4 Características Iniciales del Secado.....	72
Cuadro IV.5 Secado de Manzanilla a 35 °C.....	73
Cuadro IV.6 Resultados Practica 1	75
Cuadro IV.7 Características Iniciales del Secado.....	77
Cuadro IV.8 Secado de Manzanilla a 45 °C.....	77
Cuadro IV.9 Resultados Practica 2	79
Cuadro IV.10 Características Iniciales del Secado	80
Cuadro IV.11 Secado de Manzanilla a 50 °C.....	81
Cuadro IV.12 Resultados Practica 3	83

Cuadro IV.13 Análisis del Color de la Manzanilla Seca	88
Cuadro IV.14 Análisis del Aroma de la Manzanilla Seca	88
Cuadro IV.15 Análisis del Sabor de la Manzanilla Seca	88
Cuadro IV.16 Análisis del Textura de la Manzanilla Seca	88
Cuadro IV.17 Proyección de la Producción de manzanilla.....	89
Cuadro IV.18 Localización del Terreno	93
Cuadro IV.19 Caracterización de Suelos	94
Cuadro IV.20 Detalle de Altitud de la Comunidad	95
Cuadro IV.21 Consumo de Energía en la Sala de Secado	102
Cuadro IV.22 Requerimiento de Equipos	104
Cuadro IV.23 Costo de Maquinaria y Equipos	112
Cuadro IV.24 Requerimiento de Maquinaria y Equipos.....	112
Cuadro IV.25 Requerimiento de Obras Civiles.....	113
Cuadro IV.26 Instalaciones	114
Cuadro IV.27 Requerimiento de Material Auxiliar	115
Cuadro IV.28 Requerimiento de Mano de Obra por Lote	115
Cuadro IV.29 Requerimiento de Servicios por Lote	116
Cuadro IV.30 Costos de M.P. e Insumos	116
Cuadro IV.31 Requerimiento de M.P e Insumos Anual	117
Cuadro IV.32 Requerimiento de Energía Anual	117
Cuadro IV.33 Requerimiento de Mano de Obra Anual	118
Cuadro V.1 Inversiones Fijas	119
Cuadro V.2 Inversiones en Capital de Trabajo	121
Cuadro V.3 Inversiones Totales	122
Cuadro V.4 Detalle de la Inversión en Activos.....	123
Cuadro V.5 Detalle de la Inversión de los Asociados	123
Cuadro V.6 Condiciones del Crédito	124
Cuadro V.7 Amortización del Crédito (Bs)	125
Cuadro V.8 Determinación de Costos Variables (Bs)	126
Cuadro V.9 Determinación de Costos Fijos (Bs)	127

Cuadro V.10 Determinación de Costos Totales (Bs).....	127
Cuadro V.11 Relación de Costos Proceso Postcosecha	128
Cuadro V.12 Relación de Costos del Proceso Postcosecha	128
Cuadro V.13 Comparación de Indicadores	129