

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

**APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TRABAJO EN EL SECTOR DE
ENVASADO DEL INGENIO MOTO MENDEZ DE INDUSTRIAS
AGRÍCOLAS DE BERMEJO S.A.**

Por:

KEILA ABIGAIL GARZÓN RODRÍGUEZ

**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

V°B°

M. Sc. Ing. José Aurelio Navia Ojeda
DECANO

Ing. Marlene Beatriz Simons Sánchez
VICEDECANA

Ing. Ernesto Caihuara Alejandro
DIRECTOR DE DEPARTAMENTO

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

M.Sc. Ing. Dean Rafael Castillo Limachi

Ing. Jaime Enrique Luján Pérez

Ing. Ismael Gerardo Castillo Garcia

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

Dedico este trabajo a Dios, quien es el autor de mi vida y mi destino. A mi familia por creer siempre en mí, incluso cuando yo dejé de hacerlo. Papá, fue tu ejemplo de esfuerzo el que me ha impulsado a seguir. Mamá, tus oraciones y tu alegría al tachar cada materia vencida me hizo anhelar este momento. Hermana, tus palabras siempre me dieron seguridad y fortaleza para lograr este objetivo a mi ritmo.

REFLEXIÓN

Por tanto, nosotros también, teniendo en derredor nuestro una tan grande nube de testigos, despojémonos de todo peso y del pecado que nos asedia, y **corramos con paciencia la carrera que tenemos por delante, puestos los ojos en Jesús, el autor y consumidor de la fe**, el cual por el gozo puesto delante de él sufrió la cruz, menospreciando el oprobio, y se sentó a la diestra del trono de Dios.

Hebreos 12:1-2

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por las veces que me sentía cansada y renovó mis fuerzas.

A mis padres, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional.

A mi hermana, por hacerme entender que a mi ritmo escribía mejor mi propia historia.

A mi sobrino, por su amor, su cariño y por todas sus muestras de afecto en cada buen o mal momento.

A mis docentes, en especial a ustedes: Ingeniera Mariana, Ingeniero Dean, Ingeniera Virginia, Ingeniero Jaime, Ingeniero Ismael por todo el compromiso con este proyecto, por estar siempre dispuestos a aclarar mis dudas y ayudarme a terminar este paso con más éxito.

A los trabajadores del sector de envasado del Ingenio Moto Méndez de IABSA por la información brindada y al Control Técnico Cañero, por darme la oportunidad de aprender y crecer junto a ellos.

A mis amigos, por compartir momentos inolvidables y por todo el apoyo brindado.

ÍNDICE

| | Página |
|----------------------|---------------|
| Advertencia | i |
| Dedicatoria | ii |
| Reflexión | iii |
| Agradecimiento | iv |
| Resumen | v |

INTRODUCCIÓN

| | |
|--|----------|
| 1. ANTECEDENTES | 1 |
| 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 4 |
| 2.1. Identificación del problema | 4 |
| 2.2. Árbol de problemas | 5 |
| 2.3. Formulación del problema..... | 7 |
| 3. OBJETIVOS..... | 7 |
| 3.1. Objetivo General..... | 7 |
| 3.2. Objetivos Específicos..... | 7 |
| 4. DELIMITACIÓN | 7 |
| 4.1. Límite Académico..... | 7 |
| 4.2. Límite Espacial | 8 |
| 4.3. Límite Temporal | 8 |
| 5. JUSTIFICACIÓN | 9 |
| 5.1. Justificación Economica..... | 9 |
| 5.2. Justificación Social | 9 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| 5.3. Justificación Académica..... | 10 |
|-----------------------------------|----|

CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO

| | |
|--|-----------|
| 1.1. ESTUDIO DEL TRABAJO | 11 |
| 1.1.1. Utilidad del Estudio de Trabajo | 11 |
| 1.1.2. Técnicas del estudio de trabajo | 12 |
| 1.1.3. Procedimiento básico para el Estudio del Trabajo | 13 |
| 1.2. ESTUDIO DE MÉTODOS..... | 14 |
| 1.2.1. Objetivo final del Estudio de Métodos..... | 15 |
| 1.2.2. Fines del Estudio de Métodos..... | 16 |
| 1.3. HERRAMIENTAS DE REGISTRO DEL ESTUDIO DE MÉTODOS | 16 |
| 1.3.1. Cursograma Analítico (Diagrama analítico)..... | 16 |
| 1.3.2. Diagrama Bimanual | 17 |
| 1.3.3. Diagrama de Recorrido | 21 |
| 1.4. MEDICIÓN DEL TRABAJO | 22 |
| 1.4.1. Objetivos de la Medición de Trabajo | 22 |
| 1.4.2. Técnica de medición de trabajo | 23 |
| 1.5. TÉCNICAS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS..... | 26 |
| 1.5.1. Estudio de tiempos | 26 |
| 1.5.2. Calificación de velocidad | 28 |
| 1.5.3. Suplementos..... | 28 |
| 1.5.4. Tiempo tipo o estándar | 29 |
| 1.6. PRODUCTIVIDAD..... | 29 |

| | |
|---|-----------|
| 1.6.1. Importancia de la productividad | 30 |
| 1.6.2. Instrumentos para obtener una mayor productividad..... | 30 |
| 1.6.3. Calculo de la productividad | 31 |
| 1.7. HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS..... | 31 |
| 1.7.1. Diagrama causa y efecto..... | 31 |
| 1.7.2. Diagrama de Pareto | 32 |
| 1.7.3. Diagrama de gantt | 33 |
| 1.7.4. Técnica del interrogatorio..... | 34 |
| 1.7.5. Método de Westinghouse | 35 |
| 1.8. ENVASADO | 36 |
| 1.8.1. Envase | 36 |
| 1.8.2. Tipos de envasado | 37 |
| 1.8.3. Envasado del azúcar | 37 |

CAPÍTULO II

IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

| | |
|--|-----------|
| 2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA..... | 39 |
| 2.1.1. Historia de la empresa | 39 |
| 2.1.2. Presentación de la empresa..... | 41 |
| 2.1.3. Componentes Estratégicos..... | 44 |
| 2.2. IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA EN EL CONTEXTO REGIONAL Y NACIONAL | 45 |
| 2.2.1. Contexto Regional..... | 45 |
| 2.2.2. Contexto Nacional..... | 46 |
| 2.3. COMERCIALIZACIÓN..... | 47 |

| | |
|--|-----------|
| 2.3.1. Sistema de distribución | 48 |
| 2.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO | 48 |
| 2.4.1. Materia Prima | 48 |
| 2.4.2. Insumos..... | 49 |
| 2.4.3. Maquinaria y equipos | 51 |
| 2.4.4. Descripción del proceso productivo del azúcar (a partir de la caña de azúcar)..... | 55 |
| 2.4.5. Flujograma del proceso productivo del azúcar | 58 |
| 2.5. PRODUCTOS..... | 59 |

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DEL ÁREA DE ESTUDIO

| | |
|---|-----------|
| 3.1. REGISTRO DE PRODUCCIÓN..... | 61 |
| 3.2. TÉCNICAS DE SELECCIÓN | 61 |
| 3.2.1. Diagrama Causa – Efecto | 61 |
| 3.2.2. Diagrama de Pareto | 64 |
| 3.3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR DE ENVASADO | 67 |
| 3.3.1. Descripción del proceso de envasado..... | 67 |
| 3.3.2. División de la operación en elementos..... | 68 |
| 3.3.3. Diagrama de funciones cruzadas | 68 |
| 3.3.4. Personal de trabajo en el sector de envasado | 70 |
| 3.3.5. Insumos para el envasado | 72 |
| 3.3.6. Maquinaria y equipos utilizados en el envasado del azúcar | 72 |
| 3.3.7. Selección de los operadores..... | 75 |

| | |
|--|----|
| 3.3.8. Población | 75 |
| 3.3.9. Determinación del tamaño de muestra | 76 |
| 3.3.10. Requerimiento de días para las observaciones | 77 |
| 3.3.11. Estudio de tiempos | 77 |
| 3.3.12. Productividad | 85 |
| 3.3.13. Herramientas de registro..... | 86 |
| 3.3.14. Consecuencias del envasado manual del quintal de azúcar..... | 92 |
| 3.3.15. Factores que causan desperdicios en el sector | 93 |
| 3.3.16. Preguntas preliminares | 94 |

CAPÍTULO IV

PROPUESTA

| | |
|--|-----------|
| 4.1. PREGUNTAS DE FONDO | 95 |
| 4.2. RESUMEN DE ALTERNATIVAS DE MEJORA - PROPUESTAS | 95 |
| 4.2.1. Evaluación de Alternativas | 97 |
| 4.2.2. Selección de Alternativa..... | 101 |
| 4.2.3. Definición del Nuevo Método (Alternativa 1)..... | 101 |

CAPÍTULO V

COSTO Y EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

| | |
|--|------------|
| 5.1. COSTO TOTAL DE LA ALTERNATIVA | 135 |
| 5.1.1. Maquinaria y equipos | 135 |
| 5.1.2. Operadores..... | 138 |
| 5.1.3. Insumos..... | 142 |
| 5.1.4. Costo total de la alternativa seleccionada..... | 143 |

| | |
|---|------------|
| 5.2. EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA..... | 144 |
| 5.2.1. Productividad | 144 |
| 5.2.2 Peso | 146 |
| 5.2.3. Personal | 146 |
| 5.2.4. Desperdicios | 148 |
| 5.3. BENEFICIO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA | 149 |
| 5.4. RELACIÓN COSTO/BENEFICIO DE ALTERNATIVA SELECCIONADA..... | 149 |
| 5.5. CÁLCULO DEL ROI (RETORNO DE LA INVERSIÓN) | 150 |
| 5.6. COMPARACIÓN DE INDICADORES ANTES Y DESPUÉS DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA | 150 |

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | |
|----------------------------------|------------|
| 6.1. CONCLUSIONES | 152 |
| 6.2. RECOMENDACIONES..... | 154 |

BIBLIOGRAFÍA

| | |
|---|------------|
| Referencias Bibliográficas | 155 |
|---|------------|

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Ingenios en Bolivia..... | 3 |
| Tabla I-1 Simbología del Cursograma Analítico..... | 17 |
| Tabla I-2 Therbligs de los Gilbreth Eficientes | 19 |
| Tabla I-3 Therbligs de los Gilbreth Ineficientes..... | 20 |
| Tabla I-4 Preguntas de la técnica del interrogatorio | 34 |
| Tabla II-1 Información de la empresa..... | 41 |
| Tabla II-2 Beneficiarios directos con el inicio de zafra | 45 |
| Tabla II-3 Materia prima utilizada para la producción de azúcar..... | 49 |
| Tabla II-4 Insumos utilizados para la producción de azúcar..... | 49 |
| Tabla II-5 Maquinaria y equipos utilizados en la producción de azúcar | 51 |
| Tabla II-6 Productos procesados por IABSA..... | 60 |
| Tabla III-1 Registro de producción de azúcar blanca directa y crudo | 61 |
| Tabla III-2 Frecuencia de las causas a los problemas presentados en el sector de envasado | 65 |
| Tabla III-3 División de las operaciones en elementos | 68 |
| Tabla III-4 Operadores del sector de envasado | 70 |
| Tabla III-5 Insumos utilizados en el sector de envasado | 72 |
| Tabla III-6 Descripción de la Maquinaria del sector de envasado | 73 |
| Tabla III-7 Descripción de los equipos del sector de envasado | 74 |
| Tabla III-8 Selección de los operadores..... | 75 |
| Tabla III-9 Determinación del tamaño de muestra por elemento..... | 76 |
| Tabla III-10 Resumen de las planillas con los tiempos observados por elemento | 78 |
| Tabla III-11 Desviación estándar e intervalo de confianza para cada uno elemento . | 80 |

| | |
|---|-----|
| Tabla III-12 Tabla resumen de suplementos totales por elemento | 81 |
| Tabla III-13 Modelo para el cálculo de la USP (Unidad Estándar de Producción).... | 82 |
| Tabla III-14 Producción por hora en el sector..... | 84 |
| Tabla III-15 Cursograma analítico del proceso del material..... | 87 |
| Tabla III-16 Diagrama Bimanual de la producción de un quintal..... | 89 |
| Tabla III-17 Resumen de la consecuencia del envasado manual | 92 |
| Tabla III-18 Pérdida por la diferencia de peso | 93 |
| Tabla III-19 Desperdicios en el sector | 94 |
| Tabla IV-1 Resumen de alternativas de mejoras | 96 |
| Tabla IV-2 Evaluación de Alternativas bajo factores cuantitativos | 97 |
| Tabla IV-3 Evaluación de Alternativas bajo factores cualitativos | 98 |
| Tabla IV-4 Maquinaria y/o equipo de alternativas | 99 |
| Tabla IV-5 Operaciones y elementos..... | 108 |
| Tabla IV-6 Reasignación de tareas bajo la propuesta..... | 109 |
| Tabla IV-7 Detalle para la rotación de puestos | 111 |
| Tabla IV-8 Detalles sobre la Prueba Piloto..... | 112 |
| Tabla IV-9 Resumen de tiempos observados | 112 |
| Tabla IV-10 Resumen de tiempos suplementarios | 113 |
| Tabla IV-11 Modelo para el cálculo de la USP para los E-1, E-3, E-4, E-5 y E-6. . | 114 |
| Tabla IV-12 Producción por hora en el sector..... | 116 |
| Tabla IV-13 Cursograma analítico del proceso del material..... | 118 |
| Tabla IV-14 Instructivo para la codificación de producto para ambas propuestas .. | 125 |
| Tabla IV-15 Detalles de la máquina para codificar | 127 |

| | |
|---|-----|
| Tabla IV-16 Instructivo de la dotación de EPP..... | 128 |
| Tabla IV-17 Registro del número de veces de la dotación | 130 |
| Tabla IV-18 Procedimiento de Capacitación | 131 |
| Tabla IV-19 Instructivo del mantenimiento preventivo..... | 133 |
| Tabla IV-20 Frecuencia de Mantenimiento preventivo de Maq. de costurar..... | 134 |
| Tabla IV-21 Frecuencia de Mantenimiento preventivo de Maq. de costurar..... | 134 |
| Tabla V-1 Información de Envasadora semiautomática | 135 |
| Tabla V-2 Detalle del precio de maquina envasadora | 136 |
| Tabla V-3 Información de máquina codificadora..... | 136 |
| Tabla V-4 Detalle del precio de maquina para codificar | 136 |
| Tabla V-5 Información de banda transportadora sanitaria..... | 137 |
| Tabla V-6 Información de banda transportadora sanitaria..... | 137 |
| Tabla V-7 Requerimiento total para maquinaria y equipos | 138 |
| Tabla V-8 Información del par de botas | 138 |
| Tabla V-9 Información de cofias | 139 |
| Tabla V-10 Información del delantal..... | 139 |
| Tabla V-11 Información del par de guantes..... | 140 |
| Tabla V-12 Información del respirador | 140 |
| Tabla V-13 Costo total del requerimiento de EPP para todo el sector | 141 |
| Tabla V-14 Costo de insumos | 142 |
| Tabla V-15 Costo de implementación | 143 |
| Tabla V-16 Evaluación de la productividad..... | 144 |
| Tabla V-17 Evaluación de pérdidas por Δ de peso..... | 146 |

| | |
|--|-----|
| Tabla V-18 Detalle de remuneración por operador | 147 |
| Tabla V-19 Remuneración de 3 operarios | 147 |
| Tabla V-20 Detalle económico de desperdicios generados | 148 |
| Tabla V-21 Beneficio de implementación | 149 |
| Tabla V-22 Relación Costo/Beneficio de la alternativa seleccionada | 149 |
| Tabla V-23 Comparación de indicadores..... | 151 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Estudio del trabajo | 2 |
| Figura 2 Productividad..... | 2 |
| Figura 3 Árbol de Problemas..... | 6 |
| Figura I-1 Estudio de trabajo y sus técnicas..... | 13 |
| Figura I-2 Etapas del estudio del trabajo..... | 14 |
| Figura I-3 Representación gráfica | 23 |
| Figura I-4 Clasificación de las técnicas de muestreo..... | 24 |
| Figura II-1 Resumen de la historia de IABSA | 40 |
| Figura II-2 Localización de Bermejo en Bolivia | 42 |
| Figura II-3 Localización de IABSA en Bermejo..... | 42 |
| Figura II-4 Extensión Territorial | 43 |
| Figura II-5 Organigrama de I.A.B.S.A | 44 |
| Figura II-6 Comercialización de productos de IABSA..... | 47 |
| Figura II-7 Sistema de distribución multicanal | 48 |
| Figura II-8 Flujograma del Ingenio Moto Méndez..... | 59 |
| Figura III-1 Diagrama causa – efecto para la baja productividad del sector de envasado | 62 |
| Figura III-2 Diagrama de Pareto para las causas a los problemas presentados en el sector de envasado | 66 |
| Figura III-3 Operaciones principales del sector de envasado..... | 67 |
| Figura III-4 Flujograma del envasado de azúcar..... | 69 |
| Figura III-5 Puestos de operarios..... | 71 |
| Figura III-6 Cálculo de los días necesarios para la observación | 77 |

| | |
|--|-----|
| Figura III-7 Esquema del cálculo del tiempo estándar | 78 |
| Figura III-8 Cálculo del intervalo de confianza para el E-1..... | 79 |
| Figura III-9 Diagrama de recorrido del material | 91 |
| Figura IV-1 Aportes por alternativas | 100 |
| Figura IV-2 Materiales a granel..... | 103 |
| Figura IV-3 Envasadora actual y propuesta | 104 |
| Figura IV-4 Foto referencial de la banda sanitaria | 105 |
| Figura IV-5 Esquema de las partes de la cinta transportadora | 106 |
| Figura IV-6 Sector de envasado actual | 107 |
| Figura IV-7 Sector de envasado con bandas sanitarias..... | 107 |
| Figura IV-8 Número de operadores | 110 |
| Figura IV-9 Esquema del factor de calificación..... | 113 |
| Figura IV-10 Diagrama de recorrido del material | 120 |
| Figura IV-11 Información del envase | 122 |
| Figura IV-12 Foto referencial de la propuesta de demasía | 123 |
| Figura IV-13 Máquina para codificar | 127 |
| Figura V-1 Incremento de la Productividad | 145 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|----------------|--|
| IABSA | Industrias Agrícolas de Bermejo Sociedad Anónima |
| Qq | Quintales |
| Kg | Kilogramos |
| t | Turno |
| m | Metros |
| h | Horas |
| min. | Minutos |
| P | Producción |
| ASME | Society of Mechanical Engineers |
| ○ | Operación |
| ➡ | Transporte |
| □ | Inspección |
| D | Espera |
| ▽ | Almacenaje |
| MAS | Muestreo Aleatorio Simple |
| FIFO | "First In, First Out" |

Glosario

Caña de azúcar: Planta perteneciente a la familia de las gramíneas del género *Saccharum officinarum* L., que es utilizada como materia prima para la fabricación de azúcar.

Azúcar: Producto sólido cristalizado constituido principalmente por sacarosa, que se extrae de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) o de la remolacha azucarera (*Beta Vulgaris* L.) u otros productos naturales que lo contengan.

Azúcar blanco: Producto cristalizado, constituido esencialmente por sacarosa, obtenido de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera, mediante procesos industriales apropiados.

Azúcar crudo: Producto cristalizado constituido esencialmente por cristales sueltos de sacarosa recubiertos por una película de miel (conocida también como azúcar morena o rubia).

Zafra: Nombre que se le da al periodo en el cual se produce azúcar de caña en los ingenios azucareros, consta de la cosecha de la caña, producción de las mieles del jugo de la caña y obtención del azúcar final.

Templas: El jarabe y las mieles en determinadas proporciones, desarrollan cristales de azúcar, este proceso se inicia cuando la especie calefactora se cubre solo lo suficiente para obtener circulación y termina con una carga completa, llamada una “templa”.

Fifo: El lote de stock que primero entra, es el que primero sale.