



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN  
INDUSTRIAL DE QUINUA Y SUS DERIVADOS, MEDIANTE EL  
ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS PARA INCREMENTAR LA  
PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA MAQUITA DE LA  
PARROQUIA CALPI, CANTÓN RIOBAMBA.”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**TIPO: PROYECTO TÉCNICO**

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA INDUSTRIAL**

**AUTORA: LORENA SILVANA CAUJA CALI**

**DIRECTOR: Ing. ÁNGEL GEOVANNY GUAMÁN LOZANO**

Riobamba – Ecuador

2019

**©2019, Lorena Silvana Cauja Cali**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, LORENA SILVANA CAUJA CALI declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Riobamba, 11 de noviembre de 2019

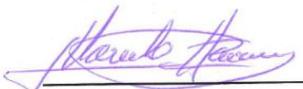
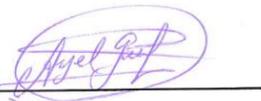


---

**Lorena Silvana Cauja Cali**  
C.I.: 060470763-8

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto Técnico, “**OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE QUINUA Y SUS DERIVADOS MEDIANTE EL ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA MAQUITA DE LA PARROQUIA CALPI, CANTÓN RIOBAMBA.**”, realizado por la señorita: **LORENA SILVANA CAUJA CALI**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Marcelo Antonio Jácome Valdez <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		<u>2019/11/11</u>
Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACION</b>		<u>2019-11-11</u>
Ing. Julio César Moyano Alulema <b>MIEMBRO DE TRIBUNAL</b>		<u>2019/11/11</u>

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación se lo dedico primeramente a Dios por brindarme fortaleza y sabiduria para poder culminar una etapa de mi vida, a mis queridos padres quienes supieron apoyarme en todo momento, a cada uno de mis hermanos que estuvieron constantemente apoyandome y en especial a mi cuñada Mirian quien supo brindarme su apoyo incondicional cuando mas lo necesitaba, a cada uno de mis amigos quines formaron parte importante durante el periodo de estudios y sobre todo a mi querido y amado hijo Mateo que fue el pilar fundamental para poder obtener este logro.

**Lorena Silvana Cauja Cali**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi Dios por toda la fortaleza brindada, a la Escuela Superior Politecnica de Chimborazo en especial a la Carrera de Ingeniería Industrial por permitirme cumplir un sueño y formarme como una profesional. Un agradecimiento muy especial al Ing. Marcelo Jácome quien forma parte del proyecto de vinculación dentro del cual se desarrollo en presente trabajo, a mi director el Ing. Ángel Guaman y al miembro del trabajo de titulación el Ing. Julio Moyano, quienes con sus conocimientos me impulsaron a culminar mi ciclo estudiantil con éxito. A la empresa “Maquita” ubicada en la provincia de Chimborazo por abrirme las puertas de su organización.

**Lorena Silvana Cauja Cali**

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1. DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Delimitación del problema.....	4
1.4.1 <i>Delimitación espacial</i> .....	4
1.4.2 <i>Delimitación temporal</i> .....	4
1.4.3 <i>Delimitación temática</i> .....	4
1.5 Objetivos.....	5
1.5.1..... <i>Objetivo General</i> .....	5
1.5.2..... <i>Objetivos Específicos</i> .....	5
1.6 Generalidades de la empresa.....	6
1.6.1..... <i>Información General</i> .....	6
1.6.2..... <i>Ubicación</i> .....	6
1.6.3 <i>Historia</i> .....	7
1.6.4 <i>Misión</i> .....	8
1.6.5 <i>Visión</i> .....	8
1.6.6 <i>Servicios o fines</i> .....	8
1.6.7 <i>Estructura Organizacional</i> .....	9
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>2. FUNDAMENTOS TEORICOS.....</b>	<b>10</b>
2.1 Quinoa.....	10
2.1.1 <i>Fruto</i> .....	10
2.1.2 <i>Semilla</i> .....	10

<b>2.1.3</b>	<b><i>Variedades de quinua en el Ecuador</i></b> .....	11
2.1.3.1	<i>Quinua INIAP Tunkahuan</i> .....	11
2.1.3.2	<i>Quinua INIAP Pata de Venado</i> .....	12
<b>2.1.4</b>	<b><i>Características climáticas y edáficas de la quinua</i></b> .....	12
<b>2.1.5</b>	<b><i>Valores Nutricionales de la Quinua</i></b> .....	12
<b>2.1.6</b>	<b><i>Beneficios de la quinua</i></b> .....	13
<b>2.2</b>	<b>Producción de quinua en el Ecuador</b> .....	14
<b>2.3</b>	<b>Exportaciones de quinua en el Ecuador</b> .....	14
<b>2.4</b>	<b>Sistema de producción</b> .....	15
<b>2.4.1</b>	<b><i>Elementos de un sistema de producción</i></b> .....	16
2.4.1.1	<i>Entradas</i> .....	16
2.4.1.2	<i>Proceso de conversión</i> .....	16
2.4.1.3	<i>Salidas</i> .....	16
<b>2.4.2</b>	<b><i>Producción</i></b> .....	16
<b>2.4.3</b>	<b><i>Tipos de sistemas de producción</i></b> .....	16
2.4.3.1	<i>Producción por trabajo</i> .....	16
2.4.3.2	<i>Producción por lotes</i> .....	17
2.4.3.3	<i>Producción de flujo continuo</i> .....	17
<b>2.4.4</b>	<b><i>Tipos de distribución de planta</i></b> .....	17
2.4.4.1	<i>Distribución por producto, línea o cadena</i> .....	17
2.4.4.2	<i>Distribución por proceso o funcional</i> .....	17
2.4.4.3	<i>Distribución por posición fija</i> .....	17
<b>2.4.5</b>	<b><i>Costos de producción</i></b> .....	18
2.4.5.1	<i>Costos totales</i> .....	18
2.4.5.2	<i>Costos Fijos</i> .....	18
2.4.5.3	<i>Costos Variables</i> .....	18
<b>2.5</b>	<b>Estudio de Métodos y Tiempos</b> .....	19
<b>2.5.1</b>	<b><i>Estudio de Métodos</i></b> .....	19
2.5.1.1	<i>Funciones del Estudio de métodos</i> .....	19
<b>2.5.2</b>	<b><i>Diagramas de métodos de trabajo</i></b> .....	20
2.5.2.1	<i>Diagrama de análisis del proceso</i> .....	20
2.5.2.2	<i>Diagrama de flujo de proceso</i> .....	21
2.5.2.3	<i>Diagrama de recorrido</i> .....	21
2.5.2.4	<i>Diagrama Hombre – Máquina</i> .....	21
2.5.2.5	<i>Diagrama Multimáquina</i> .....	21
2.5.2.6	<i>Hoja de procesos</i> .....	22

<b>2.6</b>	<b>Estudio de tiempos</b> .....	23
2.6.1.1	<i>Cronometraje continuo</i> .....	24
2.6.1.2	<i>Cronometraje con vuelta a cero</i> .....	24
<b>2.6.2</b>	<b><i>Determinación del número de mediciones</i></b> .....	24
<b>2.6.3</b>	<b><i>Tiempo normal</i></b> .....	25
<b>2.6.4</b>	<b><i>Método Westinghouse</i></b> .....	25
<b>2.6.5</b>	<b><i>Suplementos de trabajo o factores de tolerancias</i></b> .....	26
2.6.5.1	<i>Suplementos por necesidades personales</i> .....	26
2.6.5.2	<i>Suplementos por fatiga</i> .....	26
2.6.5.3	<i>Suplementos por retrasos involuntarios</i> .....	27
<b>2.6.6</b>	<b><i>Tiempo estándar</i></b> .....	28
<b>2.7</b>	<b>Análisis de Valor Agregado (AVA)</b> .....	28
<b>2.8</b>	<b>Índices de Productividad</b> .....	29
2.8.1	<i>Relaciones de desempeño de la productividad</i> .....	29
2.8.2	<i>Importancia de la productividad</i> .....	29
<b>2.9</b>	<b>Balance de Líneas</b> .....	30
<b>2.10</b>	<b>Simulación del sistema de producción</b> .....	30
2.10.1	<i>Elementos de un sistema</i> .....	31
2.10.2	<b>Pasos para la elaboración de un sistema</b> .....	31
<b>3.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b>	
<b>3.1</b>	<b>Distribución actual de la planta de producción</b> .....	32
<b>3.2</b>	<b>Análisis del Sistema de Producción</b> .....	34
3.2.1	<i>Entrada (Recepción de la materia prima)</i> .....	34
3.2.2	<i>Proceso de conversión</i> .....	35
3.2.2.1	<i>Área de bodega de materia prima</i> .....	35
3.2.2.2	<i>Área de despedregado y escarificado</i> .....	35
3.2.2.3	<i>Área de lavado, centrifugado y secado</i> .....	37
3.2.2.4	<i>Área de Secado</i> .....	38
3.2.2.5	<i>Área de clasificación y reproceso</i> .....	39
3.2.2.6	<i>Área de pesaje</i> .....	40
3.2.2.7	<i>Área de empaque</i> .....	41
3.3.3	<i>Salida</i> .....	41
<b>3.4</b>	<b>Capacidad de las áreas de trabajo y máquinarias</b> .....	42
<b>3.5</b>	<b>Número de operarios dentro del sistema de producción actual</b> .....	42
<b>3.6</b>	<b>Hoja de actividades principales</b> .....	43
<b>3.7</b>	<b>Registro de tiempos de la situación actual del proceso</b> .....	45

<b>3.8</b>	<b>Tamaño de la muestra</b> .....	46
<b>3.9</b>	<b>Hoja de tiempos por ciclo de trabajo</b> .....	47
<b>3.10</b>	<b>Metodo Westinghouse</b> .....	49
<b>3.11</b>	<b>Análisis del tiempo tipo o tiempo estándar actual</b> .....	52
3.11.1	<i>Hoja de analisis para obtener el tiempo tipo estandar</i> .....	52
<b>3.11.1</b>	<b><i>Representación del tiempo estándar</i></b> .....	55
<b>3.12</b>	<b>Analisis del proceso de producción actual</b> .....	55
3.12.2	<i>Diagrama de flujo propuesto del proceso general</i> .....	58
3.12.2.1	<i>Resumen de actividades del diagrama de flujo</i> .....	60
3.12.3	<i>Diagrama de recorrido actual del producto.</i> .....	60
<b>3.12.4</b>	<b><i>Diagrama Hombre-Máquina.</i></b> .....	63
3.12.4.1	<i>Diagrama Hombre-MáquinaTolva 1</i> .....	63
3.12.4.2	<i>Diagrama Hombre-Máquina Lavadora</i> .....	65
3.12.4.3	<i>Diagrama Hombre-Máquina Centrífuga</i> .....	66
3.12.4.4	<i>Diagrama Hombre-Máquina Secadora.</i> .....	68
3.12.4.5	<i>Diagrama Hombre-Máquina Selector Óptico y Mesa Densimétrica</i> .....	71
3.12.4.6	<i>Diagrama Hombre-Máquina; Bascula y Selladora</i> .....	80
3.12.4.7	<i>Resumen de tiempos de trabajo de los operarios</i> .....	82
<b>3.13</b>	<b>Analisis del valor agragado</b> .....	83
<b>3.14</b>	<b>Desarrollo del nuevo método</b> .....	86
3.14.1	<b><i>Cambiar:</i></b> .....	86
3.14.2	<b><i>Eliminar:</i></b> .....	88
3.14.3	<b><i>Combinar Actividades:</i></b> .....	89
<b>3.15</b>	<b>Estudio de tiempos con la nueva propuesta de optimización</b> .....	93
3.15.1	<b><i>Tiempo estándar propuesto</i></b> .....	93
3.15.2	<b><i>Representación del tiempo estándar propuesto</i></b> .....	95
4.15.3	<b><i>Tiempo de producción actual vs tiempo propuesto</i></b> .....	95
3.15.4	<b><i>Diagrama de análisis del proceso tipo material propuesto</i></b> .....	96
3.15.5	<b><i>Diagrama de flujo propuesto del proceso general</i></b> .....	99
3.15.5.1	<i>Resumen de actividades del diagrama de flujo propuesto</i> .....	101
3.15.6	<b><i>Diagrama de recorrido propuesto del producto.</i></b> .....	101
3.15.7	<b><i>Análisis de Valor Agregado propuesto</i></b> .....	103
3.15.8	<b><i>Balance de Lineas</i></b> .....	104
3.15.8.1	<i>Calculo del número de operadores</i> .....	104
3.15.9	<b><i>Estructura Organizacional Propuesta</i></b> .....	108
3.15.10	<b><i>Diagrama Hombre-Máquina propuesto.</i></b> .....	108

3.15.10.1	<i>Diagrama Hombre-Máquina Lavadora</i> .....	110
3.15.10.2	<i>Diagrama Hombre-Máquina Centrifuga</i> .....	112
3.15.10.3	<i>Diagrama Hombre-Máquina Secadora</i> .....	114
3.15.10.4	<i>Resumen de actividades dentro del área de lavado, centrifugado y secado</i> .....	116
3.15.10.5	<i>Diagrama Hombre-Máquina Mesa densimétrica y Selector óptico</i> .....	117
3.15.10.6	<i>Diagrama Hombre-Máquina Selladora</i> .....	121
3.15.10.7	<i>Resumen de actividades del método propuesto</i> .....	123
<b>3.16</b>	<b>Estudio técnico de una línea de producción de quinua</b> .....	<b>124</b>
3.16.1	<i>Estudio de métodos y tiempos propuestos en la producción de harina de quinua</i> ..	125
3.16.2	<i>Distribución propuesta para el área de molido</i> .....	125
3.16.3	<i>Hoja de actividades para la obtención de harina de quinua</i> .....	126
3.16.4	<i>Diagrama de análisis del proceso tipo material propuesto</i> .....	128
3.16.5	<i>Diagrama de flujo para la producción de harina de quinua</i> .....	130
3.16.5.1	<i>Resumen de actividades del diagrama de flujo</i> .....	132
3.16.6	<i>Diagrama de recorrido para la producción de harina de quinua</i> .....	132
3.16.7	<i>Análisis de costos de producción para la obtención de la harina de quinua</i> .....	134
3.16.7.1	<i>Costos fijos</i> .....	134
3.16.7.2	<i>Costos variables</i> .....	135
3.16.7.3	<i>Costo total de producción</i> .....	136
3.16.8	<i>Determinación del punto de equilibrio algebraico para la harina de quinua</i> .....	136
<b>3.17</b>	<b>Simulación del sistema de producción propuesto</b> .....	<b>139</b>
3.17.1	<i>Análisis y recolección de datos</i> .....	139
3.17.2	<i>Generación del modelo propuesto</i> .....	139
3.17.3	<i>Ejecución y análisis del modelo propuesto</i> .....	140
3.17.4	<i>Modelado de la línea de producción de harina de quinua</i> .....	143
3.17.5	<i>Ejecución y análisis del modelo</i> .....	143
<b>CAPITULO IV</b>		
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>145</b>
4.1	<i>Resultados de eliminar actividades y tiempos</i> .....	145
4.2	<i>Resultados de Índice de Valor Agregado</i> .....	145
4.3	<i>Resultados de % de utilización de los operarios</i> .....	146
4.4	<i>Resultados de los Índices de productividad</i> .....	146
4.4.1	<i>Productividad actual por lote de producción</i> .....	147
4.4.2	<i>Productividad propuesta por lote de producción</i> .....	147
4.4.3	<i>Análisis de la productividad actual vs propuesta</i> .....	147
4.4.4	<i>Productividad de la mano de obra utilizada</i> .....	148

<b>4.5</b>	<b>Resultados de la simulación del sistema de producción propuesto.....</b>	<b>149</b>
<b>4.6</b>	<b>Resultados de la simulación en la elaboración de harina de quinua .....</b>	<b>149</b>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>150</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>152</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Información general de la Empresa Maquita - Riobamba. ....	6
<b>Tabla 1-1:</b> Información general de la Empresa Maquita - Riobamba. ....	6
<b>Tabla 2-2:</b> Características de la quinua. ....	12
<b>Tabla 3-2:</b> Composición nutricional de la quinua por cada 100 gramos. ....	13
<b>Tabla 4-2:</b> Composición nutricional de la quinua por cada 100 gramos. ....	13
<b>Tabla 5-2:</b> Símbolos del diagrama de procesos. ....	20
<b>Tabla 6-2 :</b> Valoración .....	26
<b>Tabla 7-2 :</b> Suplementos por descanso como porcentajes de los tiempos normales. ....	27
<b>Tabla 1-3 :</b> Descripción de las actividades realizadas en la línea de producción. ....	44
<b>Tabla 2-3 :</b> Registro de tiempos .....	45
<b>Tabla 3-3:</b> Toma de tiempos registrados del elemento .....	46
<b>Tabla 4-3 :</b> Registro de tiempos .....	48
<b>Tabla 5-3:</b> Valoraciones .....	50
<b>Tabla 6-3 :</b> Cálculo del tiempo normal .....	51
<b>Tabla 7-3 :</b> Registro del tiempo estándar método actual. ....	53
<b>Tabla 8-3 :</b> Tiempo estándar de cada actividad en minutos .....	54
<b>Tabla 9-3:</b> Diagrama de análisis del proceso tipo material método actual. ....	56
<b>Tabla 10-3:</b> Cuadro de resumen producción de quinua, método actual. ....	58
<b>Tabla 11-3:</b> Resumen producción de quinua, método actual. ....	60
<b>Tabla 12-3:</b> Análisis Diagrama Hombre-Máquina Tolva N1 .....	63
<b>Tabla 13-3:</b> Resumen diagrama Hombre-Máquina Tolva N1. ....	64
<b>Tabla 14-3:</b> Análisis Diagrama Hombre-Máquina Lavadora. ....	65
<b>Tabla 15-3:</b> Resumen diagrama Hombre-Máquina Lavadora. ....	66
<b>Tabla 16-3:</b> Análisis Diagrama Hombre-Máquina Centrífuga. ....	67
<b>Tabla 17-3:</b> Resumen diagrama Hombre-Máquina Centrífuga. ....	68
<b>Tabla 18-3:</b> Análisis Diagrama Hombre-Máquina Secadora .....	69
<b>Tabla 19-3:</b> Resumen diagrama Hombre-Máquina Secadora .....	70
<b>Tabla 20-3:</b> Resumen diagrama hombre con máquina lavadora, centrífuga y secadora. ....	71
<b>Tabla 21-3:</b> Análisis Diagrama Hombre-Máquina Mesa Densimétrica y Selector Óptico .....	72
<b>Tabla 22-3: (Continua):</b> Análisis Diagrama Hombre-Máquina M.Densimétrica,S.Óptico .....	73
<b>Tabla 23-3: (Continua):</b> Análisis Diagrama Hombre-Máquina M.Densimétrica,S.Óptico .....	74
<b>Tabla 24-3: (Continua):</b> Análisis Diagrama Hombre-Máquina M.Densimétrica,S.Óptico .....	75
<b>Tabla 25-3: (Continua):</b> Análisis Diagrama Hombre-Máquina M.Densimétrica,S.Óptico .....	76
<b>Tabla 26-3: (Continua):</b> Análisis Diagrama Hombre-Máquina Densimétrica, S. Óptico .....	77
<b>Tabla 27-3: (Continua):</b> Análisis Diagrama Hombre-Máquina Densimétrica, S. Óptico .....	78
<b>Tabla 28-3: (Continua):</b> Análisis Diagrama Hombre-Máquina Densimétrica, S. Óptico .....	79
<b>Tabla 29-3:</b> Resumen diagrama hombre con mesa densimétrica y selector óptico .....	80
<b>Tabla 30-3:</b> Análisis Diagrama Hombre-Máquina; Bascula y Selladora .....	81
<b>Tabla 31-3:</b> Resumen diagrama Hombre-Máquina bascula y selladora .....	82
<b>Tabla 32-3:</b> Resumen tiempos de actividad de los operarios .....	83
<b>Tabla 33-3:</b> Análisis del valor agregado actual .....	84
<b>Tabla 34-3:</b> Tiempos de Operación .....	87
<b>Tabla 35-3:</b> Distancia reducida .....	88
<b>Tabla 36-3:</b> Tiempos de Producción .....	89
<b>Tabla 37-3:</b> Tiempos de Operación .....	90

<b>Tabla 38-3:</b> Tiempos de Operación 2.....	91
<b>Tabla 39-3:</b> Tiempos de Operación 3.....	92
<b>Tabla 40-3 :</b> Registro del tiempo estándar método propuesto.....	94
<b>Tabla 41-3 :</b> Diagrama de análisis de procesos.....	96
<b>Tabla 42-3:</b> Cuadro de resumen producción de quinua, método propuesto.....	98
<b>Tabla 43-3:</b> Resumen comparativo de actividades.....	98
<b>Tabla 44-3:</b> Resumen producción de quinua, método propuesto.....	101
<b>Tabla 45-3:</b> Análisis de valor agregado propuesto .....	103
<b>Tabla 46-3:</b> Número de operarios requeridos.....	106
<b>Tabla 47-3:</b> Diagrama hombre-máquina tolva1 .....	109
<b>Tabla 48-3:</b> Resumen diagrama Hombre-Máquina tolva 1 .....	109
<b>Tabla 49-3:</b> Análisis Diagrama Hombre-Máquina Lavadora.....	111
<b>Tabla 50-3:</b> Resumen diagrama Hombre-Máquina Lavadora.....	112
<b>Tabla 51-3:</b> Análisis Diagrama Hombre-Máquina Centrifuga.....	113
<b>Tabla 52-3:</b> Resumen diagrama Hombre-Máquina Centrifuga.....	114
<b>Tabla 53-3:</b> Análisis Diagrama Hombre-Máquina Secadora .....	115
<b>Tabla 54-3:</b> Resumen diagrama Hombre-Máquina Secadora .....	115
<b>Tabla 55-3:</b> Resumen diagrama Hombre-Máquina Lavadora, Centrifugado y Secadora.....	116
<b>Tabla 56-3:</b> Análisis Diagrama Hombre-Máquina M.Densimétrica , S.Óptico y Bascula .....	118
<b>Tabla 57-3 (Continua):</b> Análisis M.Densimétrica , S.Óptico y Bascula.....	119
<b>Tabla 58-3 (Continua):</b> Análisis M.Densimétrica , S.Óptico y Bascula.....	120
<b>Tabla 59-3:</b> Resumen diagrama M. Densimétrica. Óptico y Bascula .....	121
<b>Tabla 60-3:</b> Análisis Diagrama Hombre-Máquina Selladora.....	122
<b>Tabla 61-3:</b> Resumen diagrama Hombre-Máquina Selladora.....	123
<b>Tabla 62-3:</b> Resumen diagrama Hombre-Máquina.....	123
<b>Tabla 63-3:</b> Hoja de actividades harina de quinua .....	127
<b>Tabla 64-3:</b> Diagrama de análisis de procesos para harina de quinua .....	128
<b>Tabla 65-3:</b> Cuadro de resumen producción de harina de quinua.....	130
<b>Tabla 66-3 :</b> Resumen de actividades para harina de quinua .....	132
<b>Tabla 67-3:</b> Depreciación de la maquinaria .....	134
<b>Tabla 68-3:</b> Mano de obra directa .....	135
<b>Tabla 69-3:</b> Mano de obra indirecta .....	135
<b>Tabla 70-3:</b> Total costos fijos.....	135
<b>Tabla 71-3:</b> Materia prima .....	135
<b>Tabla 72-3:</b> Servicios Básicos.....	135
<b>Tabla 73-3:</b> Total costos variables .....	136
<b>Tabla 74-3:</b> Determinación de precio de venta .....	136
<b>Tabla 75-3:</b> Costos de producción propuestos para harina de quinua.....	137
<b>Tabla 76-3:</b> Datos para determinación de punto de equilibrio .....	138
<b>Tabla 1-4:</b> Resumen de actividades y tiempos.....	145
<b>Tabla 2-4:</b> Resumen del índice de valor agregado .....	145
<b>Tabla 3-4:</b> Resumen porcentaje de utilización de los operarios.....	146
<b>Tabla 4-4:</b> Resumen % de de utilización de los operarios .....	147
<b>Tabla 5-4:</b> Resumen de % de utilización de los operarios .....	148
<b>Tabla 6-4:</b> Unidades producidas en una jornada laboral .....	149
<b>Tabla 7-4:</b> Unidades producidas en la elaboración de harina de quinua.....	149

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Grafico 1-2.</b> Producción de quinua por provincias en Ecuador año 2015.....	14
<b>Grafico 2-2.</b> Exportación de quinua por provincias en Ecuador en el año 2015.....	15
<b>Grafico 1-3.</b> Tiempo observado de producción de cada actividad .....	49
<b>Grafico 2-3.</b> Tiempo estándar actual .....	55
<b>Grafico 3-3.</b> Porcentaje de utilización del operario respecto a tolva 1.....	64
<b>Grafico 4-3.</b> Porcentaje de utilización del operario respecto a máquina lavadora .....	66
<b>Grafico 5-3.</b> Porcentaje de utilización del operario 1 y 2 respecto a máquina centrífuga.....	68
<b>Grafico 6-3.</b> Porcentaje de utilización del operario 1 y 2 respecto a la máquina secadora .....	70
<b>Grafico 7-3.</b> Porcentaje de utilización operarios respecto a lavadora, centrífuga y secadora ....	71
<b>Grafico 8-3.</b> Porcentaje de utilización respecto a mesa densimétrica y selector óptico.....	80
<b>Grafico 9-3.</b> Porcentaje de utilización operarios respecto a selladora y bascula.....	82
<b>Grafico 10-3.</b> Valor agregado actual .....	85
<b>Grafico 11-3.</b> Tiempo estándar propuesto.....	95
<b>Grafico 12-3.</b> Tiempo de producción actual vs tiempo propuesto .....	95
<b>Grafico 13-3.</b> Valor agregado propuesto .....	104
<b>Grafico 14-3.</b> Porcentaje de utilización operarios respecto a a la tolva 1 .....	110
<b>Grafico 15-3.</b> Porcentaje de utilización del operario 1 con respecto a la máquina lavadora....	112
<b>Grafico 16-3.</b> Porcentaje de utilización del operario 1 y 2 respecto a la máquina centrífuga ..	114
<b>Grafico 17-3.</b> Porcentaje de utilización del operario 1 y 2 respecto a la máquina secadora ....	116
<b>Grafico 18-3.</b> Porcentaje de utilización de los operarios y máquinas .....	117
<b>Grafico 19-3.</b> Porcentaje de utilización respecto a mesa densimétrica y selector óptico .....	121
<b>Grafico 20-3.</b> Porcentaje de utilización del operario 1 y 2 respecto a la máquina selladora....	123
<b>Grafico 21-3.</b> Porcentaje de utilización del operario 1 y 2 dentro del tiempo ciclo.....	124
<b>Grafico 22-3.</b> Punto de equilibrio gráfico para harina de quinua .....	138
<b>Grafico 1-4.</b> Porcentaje de utilización del operario 1 y 2 dentro del tiempo ciclo.....	148
<b>Grafico 2-4.</b> Incremento de la productividad laboral .....	148

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1.</b> Ubicación satelital de la Empresa MAQUITA.....	7
<b>Figura 2-1.</b> Planta procesadora de quinua MAQUITA. ....	7
<b>Figura 3-1.</b> Estructura Organizacional Funcional de la Empresa MAQUITA.....	9
<b>Figura 1-2.</b> Quinua.....	10
<b>Figura 2-2.</b> Semilla de la quinua.....	11
<b>Figura 3-2.</b> Diagrama de bloques y ejemplos de un sistema de producción.....	16
<b>Figura 4-2.</b> Ejemplo de diversas funciones del Estudio de métodos.....	19
<b>Figura 5-2.</b> Ejemplo de diagrama mult máquina.....	22
<b>Figura 6-2.</b> Etapas de la medición del trabajo.....	23
<b>Figura 1-3.</b> Distribución actual de la planta.....	33
<b>Figura 2-3.</b> Almacenamiento de materia prima.....	34
<b>Figura 3-3.</b> Silo con sistema de transporte.....	35
<b>Figura 4-3.</b> Máquina despedregadora.....	36
<b>Figura 5-3.</b> Máquina escarificadora. ....	36
<b>Figura 6-3.</b> Máquina lavadora de quinua.....	37
<b>Figura 7-3.</b> Máquina centrífuga. ....	38
<b>Figura 8-3.</b> Máquina secadora de quinua.....	38
<b>Figura 9-3.</b> Sistema de succión. ....	39
<b>Figura 10-3.</b> Mesa densimétrica.....	39
<b>Figura 11-3.</b> Selector óptico.....	40
<b>Figura 12-3.</b> Báscula electrónica.....	40
<b>Figura 13-3.</b> Área de Empaque.....	41
<b>Figura 14-3.</b> Empaque del producto obtenido de quinua.....	41
<b>Figura 15-3.</b> Diagrama de flujo de proceso propuesto de producción de quinua.....	59
<b>Figura 16-3.</b> Diagrama de Recorrido actual.....	62
<b>Figura 17-3.</b> Sistema de paletas rotativas.....	86
<b>Figura 18-3.</b> Sistema de succión.....	87
<b>Figura 19-3.</b> Bascula electrónica.....	87
<b>Figura 20-3.</b> Clasificación de materia prima.....	88
<b>Figura 21-3.</b> Inspección de sujeciones.....	88
<b>Figura 22-3.</b> Inspección del porcentaje de humedad.....	89
<b>Figura 23-3.</b> Transporte del operador hasta tolva n1.....	90
<b>Figura 24-3.</b> Transporte de la maquina hasta silo n1.....	90
<b>Figura 25-3.</b> Transporte del operador hasta tolva n2.....	91
<b>Figura 26-3.</b> Transporte de la máquina hasta silo n2.....	91
<b>Figura 27-3.</b> Reproceso de materia prima.....	92
<b>Figura 28-3.</b> Control del producto terminado.....	92
<b>Figura 29-3.</b> Diagrama de flujo propuesto.....	100
<b>Figura 30-3.</b> Diagrama de recorrido propuesto.....	102
<b>Figura 31-3.</b> Estructura Organizacional Funcional de la Empresa MAQUITA propuesto.....	108
<b>Figura 32-3.</b> Harina de quinua.....	125
<b>Figura 33-3.</b> Diagrama de flujo para la producción de harina de quinua.....	131
<b>Figura 34-3.</b> Diagrama de recorrido para harina de quinua.....	133
<b>Figura 35-3.</b> Modelado de la planta de producción.....	139

<b>Figura 36-3.</b> Ejecución del modelo propuesto .....	140
<b>Figura 37-3.</b> Porcentaje de actividad de las máquinarias del área n3 .....	141
<b>Figura 38-3.</b> Porcentaje de actividad de las máquinarias del área n4 .....	141
<b>Figura 39-3.</b> Porcentaje de actividad de las máquinarias del área n5 .....	142
<b>Figura 40-3.</b> Unidades producidas .....	142
<b>Figura 41-3.</b> Modelado de la línea de producción de harina de quinua .....	143
<b>Figura 42-3.</b> Ejecución del modelo para laboración de harina de quinua .....	144

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** Cálculo para el número de mediciones a cronometrarse

**ANEXO B:** Maquinaria recomendada para el molido de quinua

**ANEXO C:** Distribución propuesta para fabricación de harina de quinua

## **RESUMEN**

El presente trabajo de titulación tiene como finalidad optimizar el sistema de producción industrial de quinua identificando la situación actual del proceso productivo para el desarrollo de una propuesta técnica de mejora que permita incrementar la productividad en la empresa “MAQUITA”. Para llegar a optimizar el procesamiento de producción de la quinua se utilizaron herramientas técnicas del Estudio de Métodos y Tiempos, dicho estudio establece un conjunto de procedimientos que permiten efectuar el análisis del método de trabajo y los tiempos empleados para la ejecución de cada tarea mediante el uso de diversos diagramas de procesos como diagramas de flujo, análisis de proceso tipo material, de recorrido y hombre-máquina a fin de estandarizar el procesamiento productivo eliminando actividades innecesarias, tiempos inactivos que permitan un aprovechamiento óptimo de los recursos, equipos y maquinarias disponibles en la empresa. La investigación incluye la propuesta técnica de una línea de producción como producto derivado de la quinua. La propuesta planteada permite obtener como resultado del estudio un incremento de la productividad en un 440,30% en comparación con la situación actual del sistema, aumentando la capacidad de producción del pseudo cereal. Se recomienda la aplicación del presente proyecto de titulación siguiendo las sugerencias proporcionadas mediante el presente estudio como hojas de procedimiento seguro, métodos y tiempos a fin de generar ambientes adecuados de trabajo.

**PALABRAS CLAVE:** <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <INGENIERÍA INDUSTRIAL>, <OPTIMIZACIÓN>, <SISTEMA DE PRODUCCIÓN>, <DIAGRAMAS DE PROCESOS>, <PRODUCTIVIDAD>, <MÉTODOS Y TIEMPOS>.

## SUMMARY

This technology project aims to optimize the quinoa industrial production system in the Maquita company with the application of Methods and Times engineering techniques, through the collection of information and time measurement with a stopwatch. The implementation of the Analysis Methodology Added Value to determine the activities and times of the current production process, to develop a technical improvement proposal that allows to standardize the process and increase productivity. Through these tools, forms were prepared to obtain the standard time, flow charts, process analysis diagrams, route diagrams, and man-machine, getting a total production time of 10.07 hours in the preparation of 34 bags of 25.02 kg. Subsequently, an optimal proposal was developed focused on reducing and combining activities, eliminating delays, transport, and making the most of the resources, equipment, and machinery available. In this way, the total production time was significantly reduced to 4.17 hours. Finally, the simulation model of the productive system was made with standardized statistical data. The suggested proposal makes it possible to obtain an optimization of 5.50 hours that do not add value to the process and an increase in productivity of 100.26 kg/hour of reprocessed quinoa, increasing the production capacity of the pseudo cereal. The application of this degree project is recommended following each of the activities in the different work areas, with which standardization of the process and an increase in productivity will be obtained.

**Keywords:** <ENGINEERING TECHNOLOGY AND SCIENCES>, <INDUSTRIAL ENGINEERING>, <PROCESS OPTIMIZATION>, <PRODUCTION SYSTEM>, <ADDED VALUE ANALYSIS>, <PROCESS DIAGRAM>, <PROCESS SIMULATION>.



## INTRODUCCIÓN

La quinua es uno de los cereales más representativo de América Latina y en Ecuador su cultivo ha ido en crecimiento debido a la gran aceptación y demanda que tiene en el mercado internacional dado a las características y altos valores nutricionales que puede llegar a aportar en el organismo del ser humano.

En Ecuador el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), al año 1967 se crea el Programa de Introducción de Nuevos Cultivos Económicos de la Sierra incluyendo a la quinua a partir de 1982 en los estudios, recolección y evaluación del germoplasma dentro del INIAP.

La quinua se produce mayormente en la sierra de nuestro país, por ello se busca potenciar al máximo el alcance y creación de alimentos nutritivos en base a la quinua dado que nuestro país y de manera especial en la región se ve beneficiada por tener este producto en sus cultivos.

La gran acogida de la quinua en el mercado nacional e internacional permite avizorar a este pseudo cereal con una alta expectativa dentro la producción nacional; es por ello que el presente trabajo de titulación pretende optimizar la producción de la empresa “MAQUITA” aprovechando los recursos existentes en el sistema de producción industrial de quinua, para resolver técnicamente problemas productivos que ayuden a mejorar el proceso, incrementar la productividad, y a la vez realizar un estudio técnico para la fabricación de la harina de quinua.

# CAPÍTULO I

## 1. DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA

### 1.1 Antecedentes

Los cereales han sido, históricamente, una de las plantas tradicionales y antiguas más cultivadas y consumidas por el ser humano a lo largo de su historia. Cada pueblo y cultura alrededor del mundo relacionan el cultivo de un cereal propio de su zona, llegando a formar parte de una tradición, ritos religiosos o fiestas.

Uno de los cereales más representativos y originarios en América Latina es la quinua, un pseudo cereal andino, procedente explícitamente en los alrededores del lago Titicaca, él cual se encuentra extendido por la frontera entre Perú y Bolivia. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013)

Actualmente los cultivos de quinua se encuentran extendidos en más de 70 países, siendo los principales productores del mundo Bolivia, Perú y los Estados Unidos.

En el año 2008 la producción entre Bolivia y Perú representó el 92% de la quinua producida en el mundo, representando una producción de aproximadamente 70.000 toneladas. Para el 2013, Ecuador aparece en la lista de mayores productores de quinua en Latinoamérica. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2019)

Debido a la demanda y aceptación de la quinua en el extranjero, en Ecuador existen alrededor de 2366 productores. Dentro de la Sierra Centro del Ecuador, provincias como Chimborazo, Tungurahua, Pichincha se dedican a su producción. En la provincia de Chimborazo localidades como Guamote, Colta, Licán y Calpi participan en la siembra y cosecha de este cereal codiciado en el extranjero.

### 1.2 Planteamiento del problema

La Empresa “MAQUITA”, ubicada en la parroquia Calpi, cantón Riobamba es una organización dedicada principalmente al reprocesamiento de quinua, al contar con personal poco capacitado para su proceso productivo y la falta de técnicas en sus métodos de trabajo induce a que exista métodos empíricos en sus operaciones provocando altos tiempos de producción y el requerimiento de estudios técnicos orientados a optimizar procesos es necesario.

La empresa al no contar con un personal fijo dentro de sus instalaciones, y la contratación improvisada de los operarios tiene como desventaja el conocimiento de las actividades dentro del departamento de producción teniendo como consecuencia altos tiempos improductivos por parte de los operarios, el desconocimiento de las maquinarias hace que no se utilice su capacidad de forma correcta lo que provoca una baja productividad y evita el aprovechamiento de los recursos disponibles en la empresa.

En la actualidad muchas empresas sobreviven gracias a que pueden adaptarse a los cambios continuos que exige el mercado competitivo, es por ello que la empresa MAQUITA adopte herramientas que le ayuden a mejorar sus técnicas de operación.

El presente trabajo tiene como objetivo optimizar el proceso de producción y a la vez mejorar la productividad en el sistema, aplicando un estudio de métodos y tiempos, que permita hallar un procedimiento y tiempos adecuados en la realización del trabajo, reduciendo tiempos improductivos como tiempos de espera, tiempos inactivos en el proceso productivo que permita un alto aprovechamiento de los recursos dentro de la empresa.

### **1.3 Justificación**

La quinua al poseer un alto grado de valor nutricional en proteínas, grasas, fibra cruda, y carbohidratos ha sido cultivada, consumida y comercializada principalmente por los pueblos andinos, es por ello que la quinua ha pasado de ser un cultivo de auto subsistencia a un producto de gran exportación.

Toda empresa productiva genera un valor agregado en la creación y suministro de sus bienes o productos, la optimización de materiales y recursos es importante para el crecimiento en la productividad. Al tener un óptimo sistema de producción en la empresa “MAQUITA”, se estará generando un valor agregado en el procesamiento de quinua garantizando calidad y aceptación del producto en el mercado nacional e internacional.

El incremento de la productividad en una industria permite el crecimiento organizacional y económico obteniendo un mayor crecimiento en sus rentabilidades, beneficiando de esta forma a la organización y a la sociedad.

Para optimizar el proceso de producción en el reproceso de la quinua en la empresa “Maquita”, se desarrollo un procedimiento basado en los pasos mas importantes dentro de la metodología de métodos y tiempos, como se detalla a continuación:

- Analizar la situación actual del sistema de producción, procediendo con un analisis exhaustivo de cada una de las áreas de trabajo y las actividades que se realizan en la linea de

producción. Utilizando los diferentes diagramas como diagramas de procesos, diagramas de recorrido, etc.

- Realizar la optimización del método propuesto mediante ingeniería de métodos y tiempos.
- Evaluar la situación actual y propuesta mediante un análisis de productividad.

De esta forma se pretende obtener un procedimiento correcto, alcanzando un eficiente aprovechamiento de los materiales y recursos brindando ambientes laborables adecuados para los operarios a fin de obtener un mayor aumento en la productividad de la empresa,.

La finalidad de optimizar el proceso de producción de quinua permitirá que la empresa Maquita pueda aumentar su rentabilidad y aumentar su productividad, eliminando aquellas actividades que no agregan valor al proceso, logrando de esta forma mayores beneficios y una mejor calidad de producto.

La empresa de producción MAQUITA busca mantener los niveles de productividad y eficiencia en lo más alto posible, es por ello que una vez analizado la situación actual de la empresa se pretende realizar una propuesta óptima para posterior a ello mediante el uso del software de simulación de procesos Flexsim determinar la eficiencia del proceso productivo en comparación al que se realiza actualmente.

## **1.4 Delimitación del problema**

### ***1.4.1 Delimitación espacial***

El estudio se limitará a la línea de reproceso de la quinua de la empresa Maquita ubicada en la provincia de Chimborazo, parroquia Santiago de Calpi.

### ***1.4.2 Delimitación temporal***

El trabajo cubrirá un período de tiempo de 7 meses, a partir del mes de abril hasta octubre del año 2019.

### ***1.4.3 Delimitación temática***

El presente trabajo tiene como finalidad optimizar el proceso productivo, aprovechando los recursos existentes dentro del sistema de producción para resolver técnicamente problemas productivos que ayuden a mejorar el proceso e incrementar la productividad.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 *Objetivo General***

Optimizar el sistema de producción industrial de quinua y sus derivados mediante el estudio de métodos y tiempos para el incremento de la productividad en la empresa MAQUITA, ubicada en la Parroquia de Calpi, Cantón de Riobamba.

### **1.5.2 *Objetivos Específicos***

Analizar el proceso de producción actual en la empresa “MAQUITA” con el fin de identificar los principales problemas que se ocasionan dentro del sistema.

Desarrollar una propuesta técnica de optimización para el reprocesamiento de quinua aplicando el estudio de métodos y tiempos.

Evaluar los resultados del método actual con respecto al método propuesto

Realizar un estudio técnico de una línea de producción a partir de la quinua.

Modelar el sistema de producción de la empresa “MAQUITA”, mediante herramientas de simulación de procesos industriales.

## 1.6 Generalidades de la empresa

### 1.6.1 Información General

La empresa de producción se encuentra conformada de la siguiente manera:

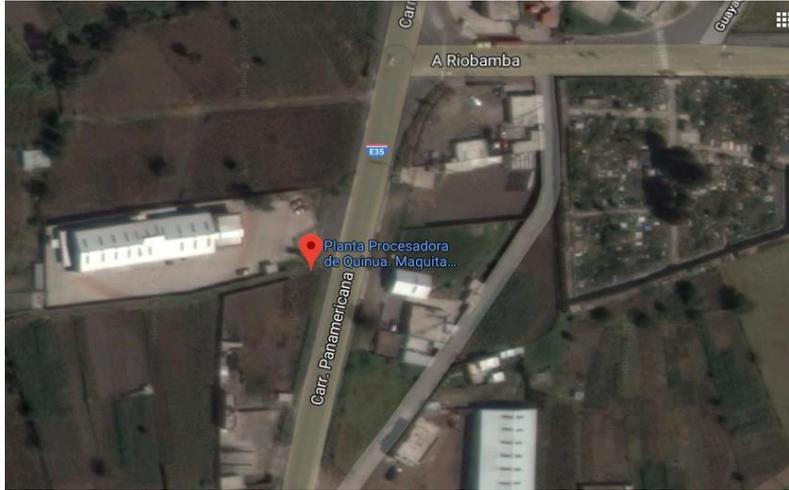
**Tabla 1-1:** Información general de la Empresa Maquita - Riobamba.

<b>DATOS GENERALES FUNDACIÓN MAQUITA – SEDE RIOBAMBA</b>			
<b>RAZÓN SOCIAL:</b> Fundación Maquita Cushunchic – Comercializando como Hermanos			
<b>Dirección:</b> Panamericana Sur Km 7 vía Riobamba-Cuenca diagonal a la intersección de la vía Guaranda			
<b>Parroquia:</b> Santiago de Calpi	<b>Cantón:</b> Riobamba	<b>Provincia:</b> Chimborazo	<b>Coordenadas UTM:</b> -1.649467, -78.739409
<b>Representante Legal:</b> María Jesús Pérez Mateos		<b>RUC:</b> 1790951588001	
<b>Correo electrónico:</b> <a href="mailto:direccion@maquita.com.ec">direccion@maquita.com.ec</a>		<b>Teléfono:</b> (02)2670927 ext 113	
<b>Actividad de Maquita- Sede Riobamba</b>		<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Venta al por mayor y menor de productos agrícolas.</li><li>▪ Venta al por mayor y menor de productos procesados.</li><li>▪ Proveer, administrar y ejecutar proyectos de desarrollo social.</li><li>▪ Proveer servicios agrícolas.</li><li>▪ Proveer servicios comunitarios.</li></ul>	

Realizado por: Lorena Cauja

### 1.6.2 Ubicación

La empresa “Maquita” cuenta con sus instalaciones de su planta productiva en la Provincia de Chimborazo, Cantón de Riobamba, Parroquia Santiago de Calpi en la Panamericana Sur Km 7 vía Riobamba – Cuenca, diagonal a la intersección de la vía a Guaranda. En la figura 1-1 se muestra la ubicación satelital de la empresa.



**Figura 1-1.** Ubicación satelital de la Empresa MAQUITA.

**Fuente:** Google Maps



**Figura 2-1.** Planta procesadora de quinua MAQUITA.

**Fuente:** Google Maps

### **1.6.3 Historia**

En 1985 nace Maquita al Sur de Quito como una iniciativa de organizaciones campesinas, de mujeres, jóvenes y CEBs (Comunidades Eclesiales de Base), creando mercados con productos de la canasta básica para la comunidad. (Maquita, 2018)

Desde 1984 hasta 1990, inicia la exportación de artesanías y productos industriales hoy llamado Maquita Productos, en esta etapa también inicia la exportación de Cacao hoy llamado Maquita Agro. En el período comprendido desde 1991 hasta 1995, Maquita es parte del IFAT (Asociación Internacional de Comercio Justo) hoy llamado WFTO (Organización Mundial de Comercio Justo). Maquita crea la red Latinoamericana de Comercialización Comunitaria (RELACC). (Maquita, 2018)

De 2001 a 2005, Maquita Agro alcanza el segundo lugar en exportador de cacao en el Ecuador y nace la red de cacaoteros, Corporación de Productores y Productoras de Cacao (CORPROC). (Maquita, 2018)

Durante el período comprendido desde 2006 hasta 2010, se inaugura el Centro de transferencia de tecnología “Maquita” en los Ríos. Además se abren Centros Turísticos Comunitarios en la Sierra y Amazonia. Se inaugura nueva sede de Maquita Agro en Guayaquil. En el período comprendido desde 2010 hasta 2015, Maquita recibe condecoración al mérito del Gobierno Ecuatoriano como Organización de Economía Popular y Solidario. Además se inaugura nueva planta de procesamiento de Quinoa en Chimborazo “MAQUITA Cushunchic”. (Maquita, 2018)

#### ***1.6.4 Misión***

Somos una organización de economía social y solidaria que promueve asociatividad, producción sostenible y comercio justo, para mejorar la calidad de vida de las familias vulnerables del Ecuador, con prácticas de equidad y principios humanos y cristianos. (Maquita, 2018)

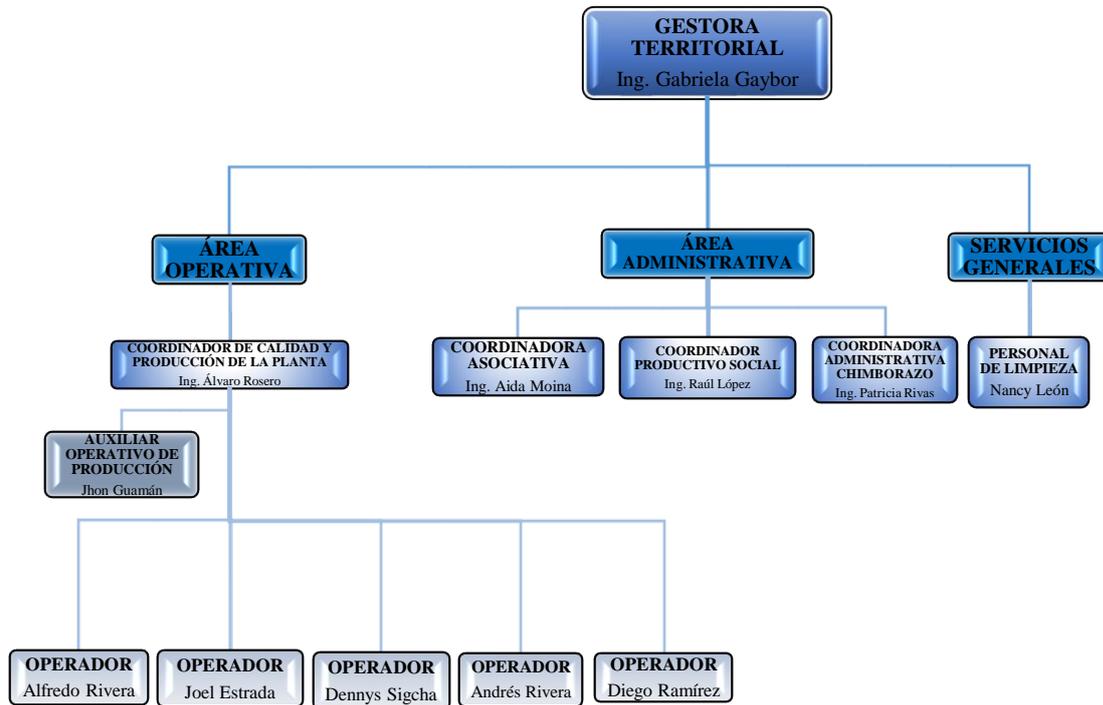
#### ***1.6.5 Visión***

Al 2018 Maquita es una organización consolidada que logra promover con innovación emprendimientos productivo - económicos sostenibles, gestión comercial eficiente y clientes satisfechos, para mejorar con equidad la economía familiar. (Maquita, 2018)

#### ***1.6.6 Servicios o fines***

Maquita atiende a empresas, negocios e intermediarios, que comercializan Quinoa o que necesiten el servicio que presta la Planta Procesadora de Quinoa. Sus zonas de influencia están en las ciudades de: Ambato, Riobamba y Guaranda.

### 1.6.7 Estructura Organizacional



**Figura 3-1.** Estructura Organizacional Funcional de la Empresa MAQUITA.

**Fuente:** MAQUITA

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTOS TEORICOS

#### 2.1 Quinoa

La quinoa es un cereal nutritivo y delicioso rico en aminoácidos necesarios para la construcción de proteínas utilizadas por el ser humano. Su alta variedad de vitaminas y minerales, especialmente manganeso, magnesio, hierro, cobre y fósforo la constituyen como una excelente fuente de fibra dietética. (AGROINDUSTRIAL DANPER, 2015)



**Figura 1-2.** Quinoa

**Fuente:** (Gestión, 2018)

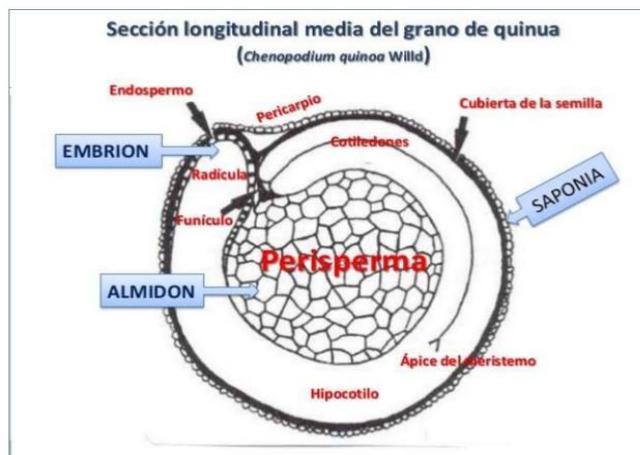
##### 2.1.1 *Fruto*

Se encuentra adherido a las envolturas florales que rodean al fruto de forma cónica, elipsoidal o esferoideal constituido del pericarpio (capa del fruto) y la semilla llega a alcanzar un diámetro de 1,5 a 3 mm. En esta parte se encuentra el pericarpio adherido a las semillas y la saponina que le da el sabor amargo al grano. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2016)

##### 2.1.2 *Semilla*

Compuesto del epispermo, embrión y perispcarpio. El epispermo cubre la semilla con su capa adherente. El embrión constituido por los cotiledones y la radícula. El perispermo es el primordial tejido de almacenamiento permite la coloración de los granos en su mayoría de color blanquecino

durante la formación de la semilla. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2016)



**Figura 2-2.** Semilla de la quinua

Fuente: (Marathe, y otros)

### 2.1.3 Variedades de quinua en el Ecuador

Según el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en Ecuador existen dos variedades de quinua en todo el país.

**Tabla 1-2:** Características de las variedades de quinua en Ecuador.

VARIEDAD	ALTURA PLANTA	DÍAS DE COSECHA	COLOR GRANO	CONTENIDO DE SAPONINA	RENDIMIENTO kg/ha (promedio)	ALTITUD ÓPTIMA (m)
INIAP TUNKAHUAN	150	180	BLANCO	BAJO (0,06%)	2000	2600-3200
INIAP PATA DE VENADO	75	150	BLANCO CREMA	BAJO ( 0,05 %)	1400	3000-3600

Fuente: (Peralta , 2009)

#### 2.1.3.1 Quinua INIAP Tunkahuan

La quinua INIAP Tunkahuan es una variedad originaria de la provincia de Carchi, sus cultivos han sido extendidos en Azuay y Loja debido a su adaptación a temperaturas frías, cuenta con un bajo contenido de saponina cercano al 0,06% responsable del sabor amargo en la quinua. (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2010)

### 2.1.3.2 *Quinua INIAP Pata de Venado*

También conocida como Taruka Chaki es una especie proveniente del intercambio de germoplasma con la Estación Experimental Patacayama en Bolivia. Se caracteriza por su grano dulce, blanco y de cáscara fina además de contar con un contenido de saponina de 0,05%, lo que le constituye en una variedad de grano dulce. La siembra de esta variedad es dada en lugares como Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Bolívar y Cañar. (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2008)

### 2.1.4 *Características climáticas y edáficas de la quinua*

**Tabla 2-2:** Características de la quinua.

QUINUA	
Nombre científico	Chenopodium quinua
Zona de Cultivo	Sierra Ecuatoriana
Altitud	2000 a 3400 m
Clima	Lluvia: 500 a 800 mm de precipitación en el ciclo
Temperatura	7 a 17° C
Suelo	Franco , franco arenoso, negro andino, con buen drenaje
Ciclo de Cultivo	De 150 a 170 días
Rotación de cultivos	Se recomienda rotar con papa, arveja, haba, chocho, trigo, cebada, maíz, frejol
Siembra	Época: Noviembre a Febrero con suficiente humedad a la siembra
Cantidad	12 a 16 kg. por hectárea
INDUSTRIALIZACIÓN	
Se puede transformar en grano perlado, harina, hojuela, y en mezclas con harina de trigo para fideos, pan, galletas.	

Fuente: (Quinua Ecuador, 2012)

### 2.1.5 *Valores Nutricionales de la Quinua*

La quinua aporta valores nutricionales importantes para el organismo del ser humano en la siguiente tabla se aprecia su valor nutricional por cada 100 gramos de peso en seco.

**Tabla 3-2:** Composición nutricional de la quinua por cada 100 gramos.

NUTRIENTE	QUINUA POR 100 G
Calorías (Kcal.)	374
Carbohidratos (g.)	68,9
Proteínas (g.)	13,1
Grasas (g.)	5,8
Fibra (g.)	5,9
Calcio (mg.)	60
Magnesio (mg.)	210
Zinc (mg.)	3,3

Fuente: (Botanical Online, 2019)

En la tabla 4-2 se puede identificar una comparación con otras fuentes nutritivas.

**Tabla 4-2:** Composición nutricional de la quinua por cada 100 gramos.

NUTRIENTE	ARROZ	MAÍZ	AVENA	GARBANZOS	QUINOA
Calorías (Kcal.)	364	346	353	341	374
Carbohidratos (g.)	81,6	64,7	55,7	44,3	68,9
Proteínas (g.)	6,7	8,6	11,7	20,8	13,1
Grasas (g.)	0,9	3,8	7,1	5,5	5,8
Fibra (g.)	1,4	9,2	9,7	15,5	5,9
Calcio (mg.)	14	7	80	264	60
Magnesio (mg.)	31	93	129	122	210
Zinc (mg.)	1,5	1,7	3,2	3,4	3,3

Fuente: (Botanical Online, 2019)

### **2.1.6 Beneficios de la quinua**

Su gran aporte de energía debido a su alto valor proteínico es ideal para personas con alto rendimiento físico. Tiene un bajo valor glucémico por lo que su consumo es óptimo en personas que padecen de diabetes. Tiene muchos componentes nutricionales como el fósforo, manganeso, calcio que permiten mantener huesos sanos y fuertes, contiene hierro que permite prevenir problemas de anemia. (La Vanguardia, 2019)

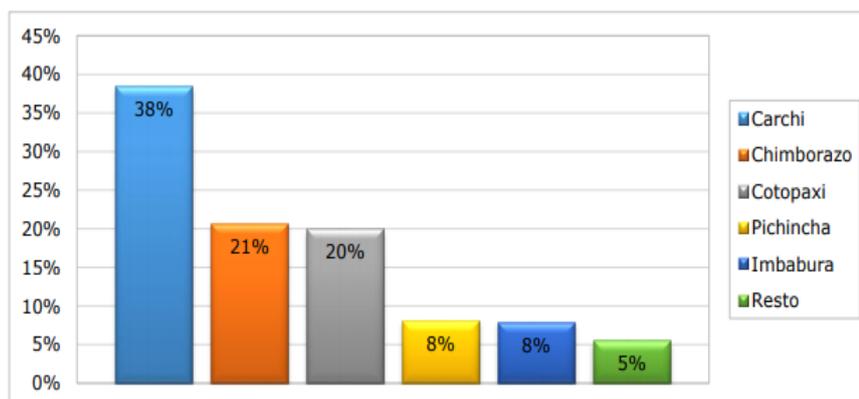
La fibra contenida en la quinua permite regular el tránsito intestinal y combatir el estreñimiento, también ayuda a controlar los niveles de colesterol presentes en el organismo. Es una excelente fuente de proteínas vegetales con bajo contenido de carbohidratos.

## 2.2 Producción de quinua en el Ecuador

Las condiciones climáticas y edáficas de la Región Sierra permiten el cultivo adecuado de la quinua ya que estas condiciones no afectan mayoritariamente al producto por plagas o enfermedades importantes, es decir se obtiene un producto nutritivo y natural.

El cultivo de la quinua en mayor parte del territorio ecuatoriano se lo hace de manera convencional, acotando que el fruto producido en el país es de buenas características debido a la homogeneidad, uniformidad y bajo contenido de saponina lo que permite un mínimo uso de bioinsumos.

Para finales del 2015, la producción en Ecuador se encuentra distribuido en las siguientes provincias en Carchi el 38%, Chimborazo el 21%, Cotopaxi el 20% y en menor proporción en Imbabura y Pichincha con un 8% y el 5% en el resto de provincias. (Arias Angulo, 2017)



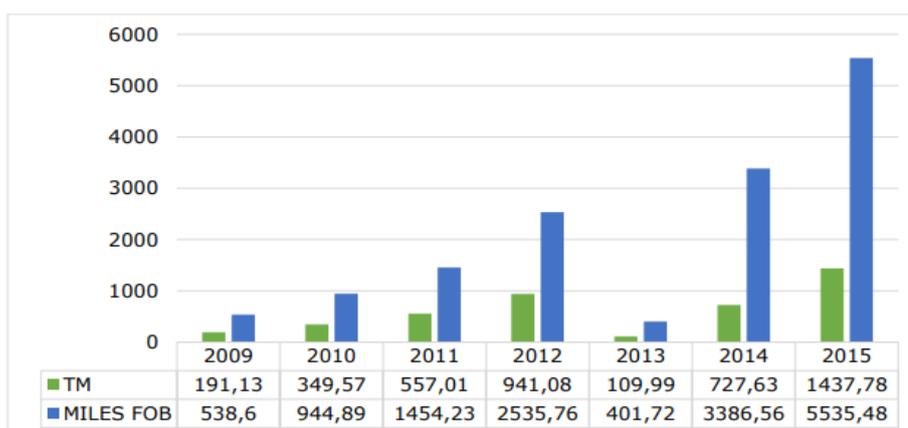
**Gráfico 1-2.** Producción de quinua por provincias en Ecuador año 2015.

**Fuente:** (Arias Angulo, 2017)

## 2.3 Exportaciones de quinua en el Ecuador

En 2013 las exportaciones representaron una evidente caída debido a la competencia extranjera con Perú y Bolivia. Las exportaciones hasta diciembre del 2015 llegaron 1437,78 toneladas métricas de quinua representando un FOB (Free On Board) de 5535,48 en miles de dólares. (Arias Angulo, 2017)

En el gráfico 2-2 se puede observar la cantidad de quinua en toneladas métricas que exportó Ecuador en el período comprendido entre 2009 al 2015.



**Grafico 2-2.** Exportación de quinua por provincias en Ecuador en el año 2015.

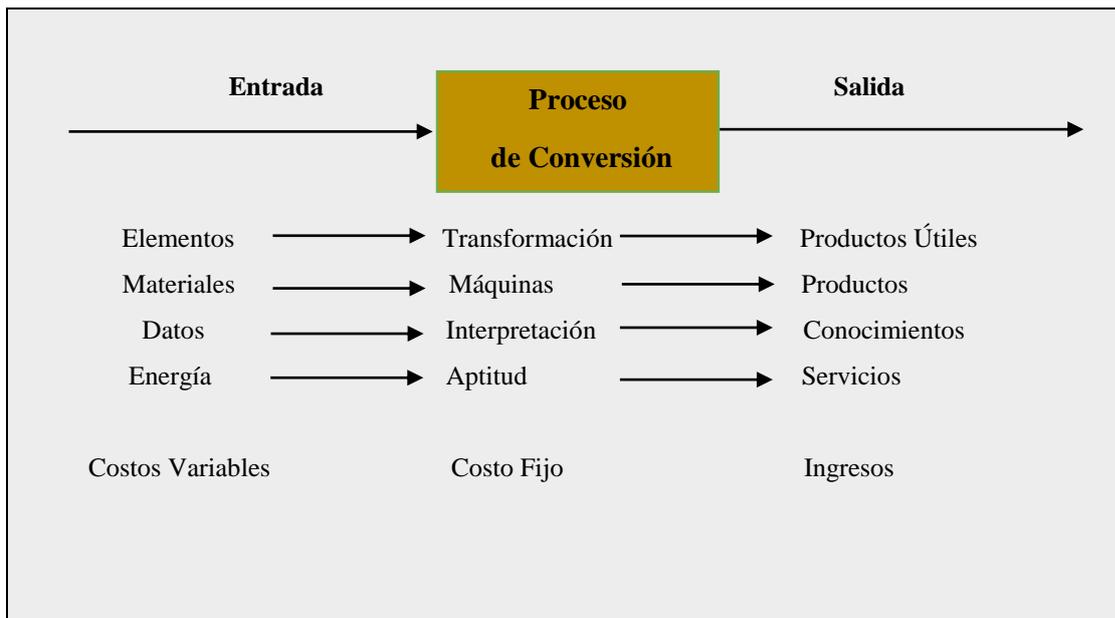
**Fuente:** (Arias Angulo, 2017)

Para el año 2017 el país contó con cifras similares al 2015, teniendo en dicho año una producción total de 1400 toneladas métricas, aumentando la generación de empleos laborales de forma directa e indirecta ya que alrededor de 5 mil pequeños productores pertenecientes a 61 organizaciones de Chimborazo, Pichincha, Cotopaxi, Imbabura, Carchi, entre otros se dedican a la siembra y comercialización de la quinua.

El aumento de la producción de quinua en el Ecuador se da como resultado de la aplicación del Plan de Mejora Competitiva (PMC), integrado por representantes del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP), con sus entidades adscritas: Unidad de Almacenamiento (UNA EP), el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP); y Ministerio de Comercio Exterior. En representación del sector privado, está la Corporación de Promoción de Exportaciones del Ecuador (CORPEI). (Mora Sornoza, 2018)

## 2.4 Sistema de producción

Un sistema de producción abarca o está dado por los procesos y las actividades fundamentales para la transformación de elementos en productos y servicios útiles. Se caracteriza por la siguiente secuencia: insumo-conversión-producto. (Riggs, 1998 pág. 29)



**Figura 3-2.** Diagrama de bloques y ejemplos de un sistema de producción

Fuente: (Riggs, 1998 pág. 29)

### 2.4.1 Elementos de un sistema de producción

Un sistema está compuesto de componentes que interactúan, por lo que cada componente puede llegar a representar en sí mismo un sistema.

#### 2.4.1.1 Entradas

Representan los insumos dependiendo del proceso productivo, estos constituyen la mayor parte del costo variable en la producción. (Riggs, 1998 pág. 29)

#### 2.4.1.2 Proceso de conversión

Es todo lo relacionado a maquinaria e instalaciones para la transformación del producto, estos van asociados con el costo fijo. (Riggs, 1998 pág. 29)

#### 2.4.1.3 Salidas

En sí es el producto final (bien o servicio), el producto permite indicar el beneficio. (Riggs, 1998 pág. 29)

### 2.4.2 Producción

Es una actividad económica de la empresa enfocado en la fabricación o elaboración de un producto o servicio a fin de satisfacer la necesidad de un mercado para satisfacer las necesidades de los consumidores finales. (Cuatrecasas, 2017 págs. 30-31)

### 2.4.3 Tipos de sistemas de producción

#### 2.4.3.1 Producción por trabajo

También conocida como por obra terminada, bajo pedido o por proyecto es la fabricación de una sola obra completa por un operario o grupo de operarios. (Lockyer, 1993 pág. 167)

Los productos pueden realizarse a mano o combinando procesos manuales y mecánicos. Una producción es de este tipo cuando se pretende entregar una cantidad de productos en un tiempo determinado, para ello el fabricante debe dotarse de materia prima y mano de obra necesaria para cumplir el objetivo.

#### *2.4.3.2 Producción por lotes*

Tal sistema requiere que la fabricación relacionada con cualquier producto se divida en partes u operaciones, y que cada operación quede terminada para el lote completo antes de emprender la siguiente operación. La producción de instrumentos electrónicos y de transformadores son un claro ejemplo. (Lockyer, 1993 pág. 170)

En la producción por lotes hay períodos de reposo o tiempos inactivos por cada unidad del lote por lo que genera inconvenientes al departamento de producción.

#### *2.4.3.3 Producción de flujo continuo*

La producción continua se define como aquella en donde el contenido de trabajo del producto aumenta en forma continua, aquella en que el mejoramiento del material es continuo y progresivo. (Lockyer, 1993 pág. 173)

La producción de este tipo se mantiene en constante funcionamiento realizando la transformación interrumpida de materias primas en productos, los procesos son altamente automatizados por lo que implica el uso de menor cantidad de trabajadores. Permite la generación de productos que pueden llegar a satisfacer grandes demandas de uno o varios países como la fabricación de papel higiénico o la producción de energía eléctrica.

### **2.4.4 Tipos de distribución de planta**

#### *2.4.4.1 Distribución por producto, línea o cadena*

La distribución es de este tipo cuando la producción es de forma continua, cada operación se encuentra cercana a su predecesora. La maquinaria se dispone en secuencia de cada actividad del proceso productivo. (Palacios Acero, 2016 pág. 203)

#### *2.4.4.2 Distribución por proceso o funcional*

La producción esta organizada por lotes (talleres de vehículos, entidades bancarias, muebles, etc.). La maquinaria, trabajadores se agrupan por similitud de procesos en departamentos, por ejemplo el torneado, soldadura, etc. (Palacios Acero, 2016 pág. 206)

#### *2.4.4.3 Distribución por posición fija*

Ocurre cuando el producto es demasiado robusto o pesado para pasar de un proceso a otro, permaneciendo fijo en el lugar, por lo que el personal laboral y la maquinaria se desplazan hacia

el producto para realizar las debidas operaciones. Es utilizada en la producción por pedidos como construcción de edificio, barcos, tanques, etc. (Palacios Acero, 2016 pág. 208)

#### **2.4.5 Costos de producción**

Llamados costos de operación son los gastos necesarios para mantener un proyecto, una línea de producción. En una empresa, la diferencia entre el ingreso (por ventas y otras entradas) y el costo de producción indica el beneficio. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 1998)

##### *2.4.5.1 Costos totales*

El costo total en la producción de un bien o servicio constituye la suma de los gastos realizados por varios conceptos tales como, de materiales mano de obra, gastos de fabricación y gastos comerciales. (Vásconez, 1996 pág. 34)

El costo total representa la sumatoria de los costos fijos y variables.

##### *2.4.5.2 Costos Fijos*

Son aquellos gastos que la empresa necesita realizar para que la actividad productiva se encuentre en funcionamiento. Los gastos fijos no se encuentran en relación directa de la producción pero forman parte directa del costo. (Vásconez, 1996 pág. 37)

En el siguiente listado se puede apreciar algunos ejemplos de costos fijos:

- Adquisiciones de terreno
- Compra de equipos y herramientas
- Maquinaria
- Arrendamiento
- Construcciones nuevas
- Servicios básicos (agua, luz, teléfono)
- Seguros

##### *2.4.5.3 Costos Variables*

Los costos variables son aquellos que tienen variación directa y proporcional al volumen de la producción. A mayor producción mayor gasto; con el inicio de la producción, los gastos variables también aparecen y se incrementa en forma correlativa con la producción. (Vásconez, 1996 pág. 38)

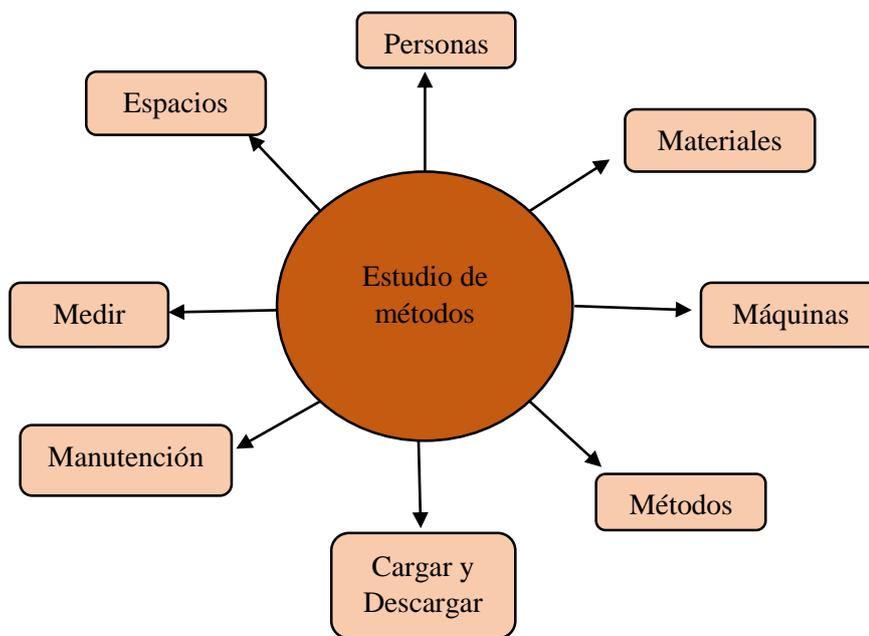
## 2.5 Estudio de Métodos y Tiempos

### 2.5.1 Estudio de Métodos

Se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos al que son sometidos las operaciones o actividades de trabajo a fin de introducir mejoras que faciliten la realización del trabajo en el menor tiempo posible y con menos inversión en la producción de un producto. El objetivo final del estudio de métodos es el aumento en las utilidades de la empresa. (Niebel, 1996 pág. 7)

#### 2.5.1.1 Funciones del Estudio de métodos

La ingeniería de métodos comprende el estudio del proceso de fabricación o prestación del servicio.



**Figura 4-2.** Ejemplo de diversas funciones del Estudio de métodos.

Fuente: (Palacios Acero, 2016 pág. 28)

Por tanto se podría decir que conlleva alguna o varias de las siguientes funciones:

- Mejor adaptación del trabajador en el proceso productivo.
- Mejor desempeño de las personas en las tareas asignadas..
- Método a seguir en la distribución de materiales, herramientas, y equipos.
- Cargar y descarga de las máquinas y acelerar su puesta en marcha.
- Empaque, envase y embalaje del producto terminado.
- Manejo, transporte y almacenamiento de los materiales y productos terminados.

- Medir el trabajo para asignar cargos, teniendo en cuenta la habilidad de las personas.
- Aprovechamiento del recurso humano conforme a sus competencias.
- Aprovechamiento del espacio.

## 2.5.2 Diagramas de métodos de trabajo

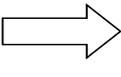
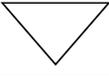
### 2.5.2.1 Diagrama de análisis del proceso

Permite el análisis del orden cronológico de todas las actividades a utilizar en un proceso productivo o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el producto terminado.

#### Representación de símbolos para diagramas de procesos

Según la ASME (Asociación Americana de Ingenieros Mecánicos), se emplean los siguientes símbolos.

**Tabla 5-2:** Símbolos del diagrama de procesos.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	INDICA	SIGNIFICADO
	Círculo	Operación	Ejecución de un trabajo en una parte de un producto
	Cuadrado	Inspección	Utilizado para trabajo de control de calidad, inspecciones
	Fecha	Transporte	Utilizado al mover el material
	Triángulo	Almacenamiento	Utilizado para almacenamientos de materia prima, productos terminados
	D grande	Retraso	Demoras, atrasos
	Combinación	Actividad combinada	Para indicar actividades realizadas conjuntamente, se combinan sus símbolos

Fuente: (Meyers, 2000 pág. 58)

#### Diagrama de análisis del proceso tipo hombre

Son diagramas que hacen referencia a actividades realizadas por el hombre durante el transcurso del proceso de producción del bien o servicio.

#### Diagrama análisis del proceso tipo material

Implica las actividades realizadas en el material durante su etapa de transformación, inicia con la entrada de la materia prima, siguiendo al proceso de conversión hasta su etapa final como producto terminado.

#### *2.5.2.2 Diagrama de flujo de proceso*

Los diagramas de flujo permiten representar procesos complejos que exigen una serie de decisiones, con diferentes acciones que describen individualmente los procedimientos para diversas porciones del sistema. Estos diagramas constituyen una herramienta técnica muy importante para guiar la ejecución del proceso en forma ordenada y esquemática, al mostrar la secuencia lógica y dinámica del trabajo. (Palacios Acero, 2016 pág. 109)

#### *2.5.2.3 Diagrama de recorrido*

Es un plano del área de trabajo donde se indica la trayectoria del objeto o actividad que se estudia, acompañado de los símbolos de análisis de procesos de la ASME, colocados sobre el plano, para indicar lo que sucede al objeto o actividad a su paso por el proceso. (Palacios Acero, 2016 pág. 102)

#### *2.5.2.4 Diagrama Hombre – Máquina*

El diagrama de procesos hombre – máquina se utiliza para estudiar, analizar y mejorar las estaciones de trabajo. Este diagrama muestra la relación en tiempo entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de la maquinaria a fin de obtener un mejor equilibrio del ciclo de trabajo.

En diversas clases de trabajo, el operario y la máquina trabajan intermitentemente. Esto es, cuando la máquina está en período de inactividad, el operario realiza una actividad como carga o descarga; y cuando el operario está inactivo, la máquina está en funcionamiento. No solo conviene eliminar el tiempo inactivo del operario sino también mantener la máquina en su óptimo funcionamiento, ya que una máquina inactiva puede costar tanto como otra en funcionamiento. (Palacios Acero, 2016 pág. 104)

El tiempo inactivo para el trabajador representa tiempos ociosos y para la máquina tiempos muertos, cuando el tiempo inactivo del trabajador es mayor que el de la máquina el operario puede manejar varias máquinas al darse este resultado es conveniente la utilización del diagrama multimáquina.

#### *2.5.2.5 Diagrama Multimáquina*

Se utiliza un diagrama multimáquina cuando se le pide a un trabajador que opere más de una máquina, cuánto más largo sea el ciclo, más máquinas podrá estar a cargo la persona. (Meyers, 2000 págs. 90-91).

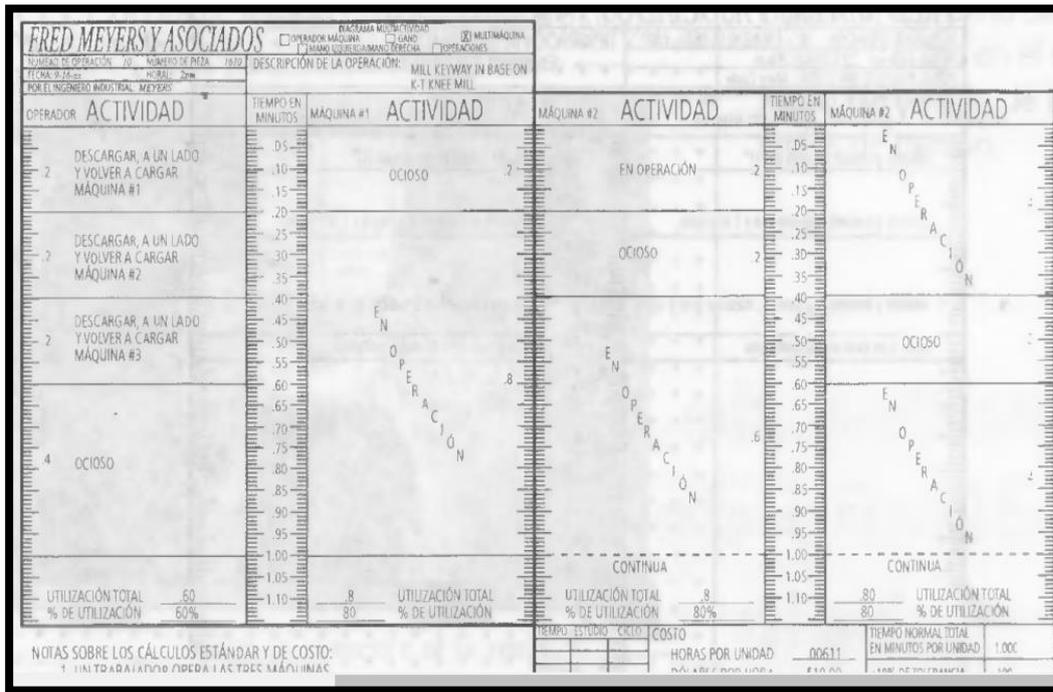


Figura 5-2. Ejemplo de diagrama multimáquina.

Fuente: (Meyers, 2000 pág. 91)

### 2.5.2.6 Hoja de procesos

Tabla 1-2: Símbolos del diagrama de procesos.

HOJA DE PROCESO							
Pieza N°:	1a	Descripción:	Soporte rueda trasera	Plano N°:	1	Cantidad:	2
Material:	Pletina perforada 150x10 mm		Responsable:	Juan			
Tareas	Herramientas	Operario	Tiempo en minutos				
Medir y trazar	Regla, escuadra de tacón y rotulador.	Juan	5				
Cortar	Sierra de arco. Sujetar con sargentos	Pedro	10				
Desbastar	Lima	Pedro	3				
Perforar	Taladro de columna Broca de 2mm	Marina	5				
Doblar	Alicates universales Alicates puntas planas	Juan	10				
Unir (montar)	Destornillador punta plana. Llave fija. Tornillos M3x5mm Tuercas	Mercedes	15				

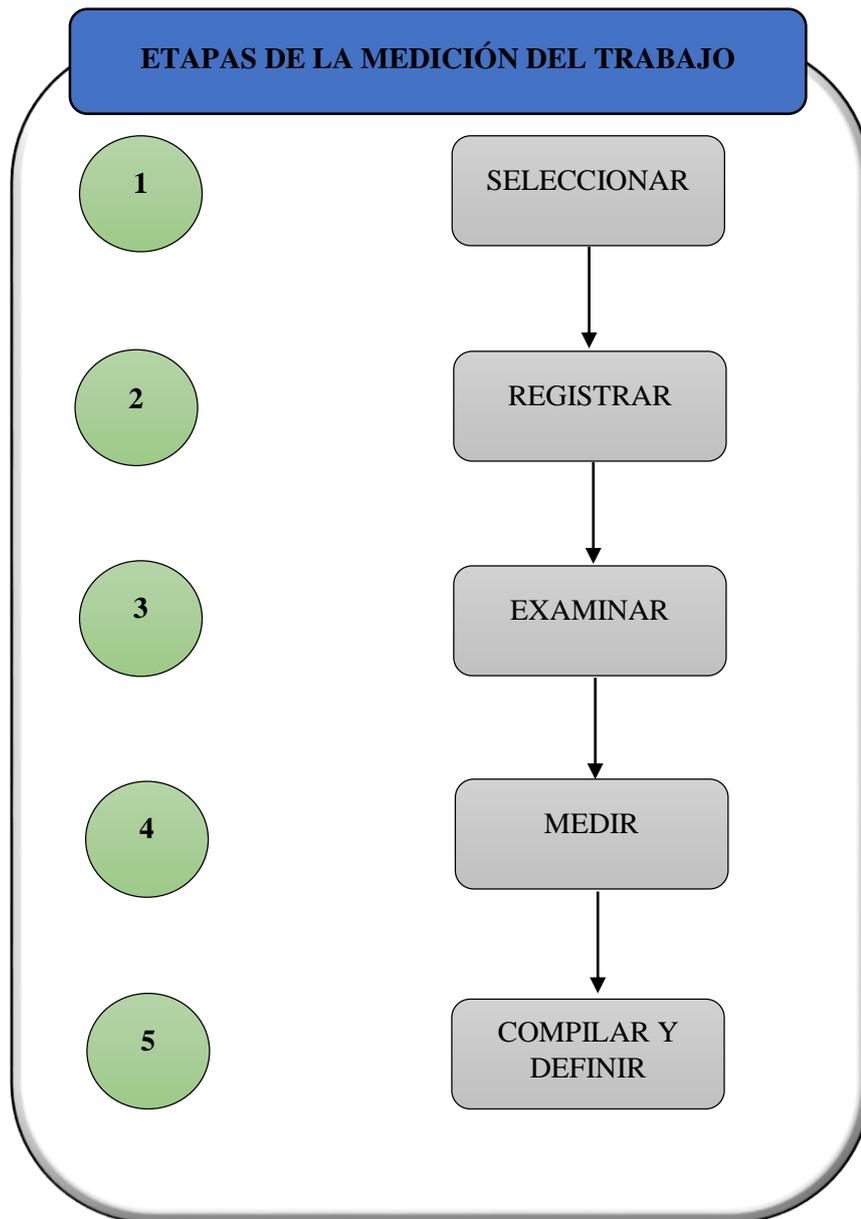
Fuente (Mis proyectos de tecnología, 2015)

La hoja de procesos es un documento, una guía escrita que permite recoger las tareas para realizar un trabajo. La hoja de procesos es una hoja informativa que identifica las operaciones a realizar

y el orden secuencial del trabajo, que intervienen durante su mecanizado y las herramientas que se han de utilizar para obtener el producto final.

## 2.6 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es una destreza de observación directa que comprende la técnica de establecer un tiempo estándar para la realización de diversas actividades de trabajo, en base a la medición del método utilizado con la respectiva consideración de demoras del operador y/o de retrasos inevitables. (Niebel, 1996 pág. 7)



**Figura 6-2.** Etapas de la medición del trabajo  
Fuente: (Cruelles Ruiz, 2013 pág. 503)

1. **Selección del trabajo:** Determina la tarea que será objeto de estudio.
2. **Registrar la información:** Implica el estudio de métodos. Se registra lo que se hace en una determinada tarea .
3. **Examinar la tarea:** Se analizan los datos registrados y se establece un hito de inicio y un hito final de cada elemento u operación a medir.
4. **Cronometraje y medición:** Con el método de medición elegido se mide cada operación de la tarea a estudio.
5. **Compilar y definir:** Todas las operaciones se agrupan en el estudio de métodos y tiempos y se aplican suplementos, frecuenciales, etc., para obtener el tiempo estándar de la tarea. (Cruelles Ruiz, 2013 págs. 503-508)

### ***2.6.1 Cronometraje: Toma y registro de datos***

El estudio de tiempos con cronómetro es la técnica más común para establecer los estándares de tiempo en un proceso productivo. Este tipo de estudio es el único método aceptable tanto para la gerencia como para los trabajadores.

#### ***2.6.1.1 Cronometraje continuo***

El reloj funciona de modo ininterrumpido. La lectura parte al inicio de cada operación del primer ciclo y no se detiene hasta acabar el estudio. Al final de cada operación se anota la hora que indica el cronómetro, y los tiempos de cada operación se obtienen haciendo las respectivas restas después de terminar el estudio permitiendo que todo el procedimiento este bajo observación durante el registro. (Cruelles Ruiz, 2013 pág. 507)

#### ***2.6.1.2 Cronometraje con vuelta a cero***

Este tipo de lectura los tiempos se toman de manera directa. Al acabar cada operación se hace volver el segundero a cero y se pone en marcha nuevamente para cronometrar la operación siguiente, sin que el mecanismo del cronómetro de detenga ni un momento. (Cruelles Ruiz, 2013 pág. 507)

### ***2.6.2 Determinación del número de mediciones***

La fórmula propuesta a continuación es de método estadístico para un nivel de confianza de 95,45 % y un margen de error de  $\pm 5$  % que sirve para la obtención en el número de lecturas necesarios para la toma de tiempos. (Cruelles Ruiz, 2013 pág. 538)

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{c \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (4)$$

Siendo:

n: Número necesario de observaciones,

c: Número de mediciones iniciales

$\Sigma$ : Suma de los valores

x: Valor de las mediciones

### 2.6.3 Tiempo normal

El tiempo normal refiere al tiempo que un operador trabajando a ritmo normal o oportuno tarda en producir o realizar una actividad.

*Tiempo normal = tiempo promedio x factor de calificación*

$$TN = TP \times fc \quad (5)$$

**Los tiempos promedios** registrados de cada elemento variarán entre observaciones. Las variaciones son naturales por que los operadores no siempre se mueven a un ritmo uniforme. Por lo tanto, el tiempo registrado seleccionado es el tiempo medio que necesita el operador para realizar la tarea que se estudia. (Riggs, 1998 pág. 347)

$$TP = \frac{\Sigma(\text{tiempos registrado de las observaciones})}{\text{número de observaciones}} \quad (6)$$

### 2.6.4 Método Westinghouse

Dentro de este método se consideran cuatro factores que son:

**Habilidad:** se define como el aprovechamiento al seguir un método dado, el observador debe de evaluar y calificar dentro de seis clases la habilidad desplegada por el operario: habilísimo, excelente, bueno, medio, regular y malo. (Meyers, 2000 pág. 65)

**Esfuerzo:** se define como una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia. El esfuerzo es representativo de la velocidad con que se aplica la habilidad y es normalmente controlada en un alto grado por el operario. (Meyers, 2000 pág. 65)

**Condiciones:** son aquellas circunstancias que afectan solo al operador y no a la operación. Los elementos que pueden afectar las condiciones de trabajo incluyen: temperatura, ventilación, monotonía, alumbrado, ruido, etc. (Meyers, 2000 pág. 66)

**Consistencia:** es el grado de variación en los tiempos transcurridos, mínimos y máximos, en relación con la media, juzgado con arreglo a la naturaleza de las operaciones y a la habilidad y esfuerzo del operador. (Meyers, 2000 pág. 66)

A cotinuación se presenta la tabla de valoración.

**Tabla 6-2 : Valoración**

HABILIDAD		ESFUERZO	
<b>0,15</b>	A1 HABILÍSIMO	0,13	A1 EXCESIVO
<b>0,13</b>	A2 –HABILÍSIMO	0,12	A2 –EXCESIVO
<b>0,11</b>	B1 EXCELENTE	0,1	B1 EXCELENTE
<b>0,08</b>	B2 –EXCELENTE	0,08	B2 –EXCELENTE
<b>0,06</b>	C1 BUENO	0,05	C1 BUENO
<b>0,03</b>	C2 –BUENO	0,02	C2 –BUENO
<b>0</b>	D –PROMEDIO	0	D –PROMEDIO
<b>-0,05</b>	E1 REGULAR	-0,04	E1 REGULAR
<b>-0,1</b>	E2 –REGULAR	-0,08	E2 –REGULAR
<b>-0,15</b>	F1 DEFICIENTE	-0,12	F1 DEFICIENTE
<b>-0,22</b>	F2 –DEFICIENTE	-0,17	F2 –DEFICIENTE
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
<b>0,06</b>	A –IDEALES	0,04	A –PERFECTO
<b>0,04</b>	B –EXCELENTES	0,03	B –EXCELENTE
<b>0,02</b>	C –BUENAS	0,01	C –BUENA
<b>0</b>	D -PROMEDIO	0	D –PROMEDIO
<b>-0,03</b>	E -REGULARES	-0,02	E –REGULAR
<b>-0,07</b>	F –MALAS	-0,04	F –DEFICIENTE

(Criollo, 2005 pág. 210)

### **2.6.5 Suplementos de trabajo o factores de tolerancias**

#### **2.6.5.1 Suplementos por necesidades personales**

Concierne a necesidades como pláticas con compañeros concerniente a temas de trabajo, ir al baño, beber agua. Para este tipo se concede generalmente un 5% para hombres y 7% para mujeres. (Palacios Acero, 2016 pág. 225)

#### **2.6.5.2 Suplementos por fátiga**

Es el tiempo necesario para la recuperación física o mental dado al desarrollo de una actividad. Estos períodos pueden ser entre 5 y 15 minutos o valorizando con un 5% para hombres y mujeres. (Palacios Acero, 2016 pág. 308)

### 2.6.5.3 Suplementos por retrasos involuntarios

Son los tiempos perdidos por cortes de energía eléctrica, rotura de herramientas, materiales defectuosos. Dependiendo la frecuencia que se de en estos casos puede variar entre 0 y 5%. (Palacios Acero, 2016 pág. 309)

**Tabla 7-2 :** Suplementos por descanso como porcentajes de los tiempos normales.

<b>Suplementos Constantes</b>	H	M	<b>Suplementos variables</b>	H	M
Por necesidades personales	5	7	Mala iluminación		
Por fatiga	4	4	Ligeramente por debajo	0	0
<b>Suplementos variables</b>			Bastante por debajo	2	2
Por trabajar de pie	2	4	Absolutamente insuficiente	5	5
Por postura anormal			<b>Concentración intensa</b>		
Ligeramente incómodo	0	1	Trabajo de cierta presión	0	0
Inclinado	2	3	Fatigoso	2	2
Echado estirado	7	7	Muy fatigoso	5	5
<b>Uso de fuerza muscular Kg</b>			<b>Ruidos</b>		
2,5	0	1	Continuo	0	0
5	1	2	Intermitente y fuerte	2	2
7,5	2	3	Intermitente y muy fuerte	5	5
10	3	5	Estridente y fuerte	5	5
12,5	4	6	<b>Suplementos variables</b>		
15	5	8	<b>Tensión mental</b>		
17,5	7	10	Proceso bastante complejo	1	1
20	9	13	Proceso complejo	4	4
22,5	11	16	Muy complejo	8	8
25	13	20	<b>Monotonía</b>		
30	17		Algo monótono	0	0
35,5	22		Bastante monótono	1	1
<b>Condiciones atmosféricas Mili cal/cm/s</b>			Muy monótono	4	4
16	0	0	<b>Tedio</b>		
14	0	0	Algo aburrido	0	0
12	0	0	Aburrido	2	1
10	0,3	0,3	Muy aburrido	5	2
8	1	1			
6	2,1	2,1			
5	3,1	3,1			
4	4,5	4,5			
3	6,4	6,4			
2	10	10			

(Criollo, 2005 pág. 228)

### 2.6.6 Tiempo estándar

Tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, que trabaja a un ritmo normal, lleve a cabo una tarea según el método establecido.

Se determina sumando el tiempo asignado a cada uno de los elementos u operaciones que componen la tarea afectados por el correspondiente suplemento de descanso fijo y variable, y la proporción de tareas secuenciales. (Cruelles Ruiz, 2013 pág. 491)

La determinación de los tiempos promedio y normal es un paso intermedio para la obtención del tiempo estándar

$$\text{Tiempo estándar} = \text{tiempo normal} + (\text{tiempo normal})(\text{tolerancia total})$$

$$TE = TN + (TN)(tt) \quad (8)$$

### 2.7 Análisis de Valor Agregado (AVA)

El análisis de valor agregado es una herramienta que nos permite evaluar de forma eficiente cada uno de los procesos dentro de una línea de producción, minimizando actividades innecesarias que no agregan valor al proceso. El objetivo principal de este análisis es: eliminar todo tipo de actividad que no agrega valor al proceso, en caso de no poder ser eliminado reducir el tiempo de la actividad lo mayor posible.

El análisis de valor agregado se clasifica de la siguiente manera:

Factores que si agregan valor al proceso estos son:

Análisis de valor agregado para el cliente (VAC): Son actividades que generan valor hacia cliente y por los cuales esta dispuesto a pagar.

Análisis de valor agregado para la empresa (VAE): Estas son actividades que generan valor para la empresa las cuales son el resultado del beneficio hacia el cliente.

Actividades que no agregan valor:

Preparación (P): Son actividades que se realizan antes de una determinada tarea.

Inspección (I): verificación de ciertas actividades dentro del proceso

Espera (E): Tiempo en el cual las actividades se encuentran detenidas.

Movimiento (M): Son actividades de transporte en el cual viaja las personas o materiales desde un lugar hasta otro.

Archivo (A): Almacenamiento temporal o definitivo de materiales que se utilizaron dentro del proceso.

## 2.8 Índices de Productividad

La productividad es una medida de los resultados unidades obtenidas, divididos entre las entradas tiempo de producción y mano de obra. (Meyers, 2000 pág. 30)

La relación de la productividad es :

$$\mathbf{Productividad} = \frac{\mathbf{Resultados(producción\ obtenida)}}{\mathbf{Entrada(tiempo\ de\ producción\ *\ mano\ de\ obra)}} \quad (9)$$

Si hablamos de productividad de mano de obra, entonces estamos desarrollando un número de unidades de producción por hora trabajada. (Meyers, 2000 pág. 30)

$$\mathbf{Productividad\ laboral} = \frac{\mathbf{Unidades\ producidas}}{\mathbf{Horas\ Hombre\ trabajadas}} \quad (10)$$

### 2.8.1 Relaciones de desempeño de la productividad

En las industrias de manufacturas, sectores de gobierno y servicios y en los grupos de trabajo de cualquier organización, se pueden encontrar alguno de los ejemplos de las relaciones de desempeño de la productividad. (Riggs, 1998 pág. 625)

$$\mathbf{Productividad} = \frac{\mathbf{número\ de\ unidades\ producidas}}{\mathbf{horas\ trabajadas}} \quad (11)$$

$$\mathbf{Productividad} = \frac{\mathbf{número\ de\ llamadas\ recibidas}}{\mathbf{total\ de\ horas\ de\ operador}} \quad (12)$$

### 2.8.2 Importancia de la productividad

El crecimiento de la productividad en las empresas permite un mejor desarrollo en la sociedad permitiendo que sus habitantes tengan una mejor calidad de vida, a su vez se logra que una nación sea competitiva en los mercados del mundo.

Para que una empresa o negocio crezca y aumente su rentabilidad es aumentar la productividad y está se refiere a:

- Aumento de la producción hora-hombre.
- Disminución del tiempo por unidad producida
- Economía del material consumido.

El nivel de vida de un país depende de la capacidad de sus industrias para lograr altos estándares de productividad y que esta pueda aumentar en el tiempo. La actitud para hacerlo depende del rendimiento en los recursos, materiales y maquinarias así como la calidad y características del

producto donde la innovación y las mejoras deen ser vitales para el constante crecimiento de cualquier industria.

## 2.9 Balance de Lineas

A la linea de producción se le reconoce como el principal medio para fabricar a bajo costo grandes cantidades o serie de elementos normalizados. La producción en linea es una disposición de áreas de trabajo donde las operaciones consecutivas están colocadas inmediatamente y mutuamente adyacentes donde le material se mueve continuamente a un ritmo uniforme a través de una serie de operaciones equilibradas que permiten la actividad simultanea en todos los puntos moviendose el producto hacia el fin de su elaboración a lo largo de un camino razonable directo. (Criollo, 2005 pág. 413)

Para determinar el numero de operadores necesarios en cada área de trabajo, se determina con la siguiente formula:

$$IP = \frac{\textit{Unidades a fabricar}}{\textit{Tiempo disponible de un operador}} \quad (13)$$

$$NO = \frac{TE \times IP}{E} \quad (14)$$

Donde:

NO= número de operadores para la linea

TE= tiempo estándar de la pieza

IP= índice de producción

E= eficiencia planeada

## 2.10 Simulación del sistema de producción

El software de simulación Flexsim es una herramienta de gran ayuda que nos permite visualizar un sistema de la vida real plasmado en un computador, esto nos ayuda a tomar decisiones inteligentes en la operación y diseño de un sistema.

En el presente trabajo se utilizó el software de simulación Flexsim, con la finalidad de modelar, analizar y visualizar el proceso de producción en estudio, este simulador nos permite desarrollar la modelación de diferentes procesos en un ambiente 3D.

El software de simulación es utilizado en los siguientes casos:

- Para evitar problemas en un sistema nuevo que se pretenda implementar.

- Cuando el sistema real no exista y su evaluación analítica sea difícil, cause peligro y sobre todo sea costoso.
- La simulación es una gran herramienta para poder entender como opera el sistema y evitar costos una vez implementado el sistema en la vida real.

### **2.10.1 Elementos de un sistema**

Para el desarrollo de simulaciones los principales elementos del sistema son:

**Flowitems (Entidades):** Comprende todos los objetos que circulan a través del modelo, o también conocidas como entidades estas pueden ser: materia prima, piezas, productos en proceso, etc.

**Operator (Operadores):** Representa a las personas que permiten o son responsables de las actividades dentro de un proceso.

**Processor (Procesamiento):** Es utilizado para simular una o varias etapas de procesamiento de “flowitems” en el modelo.

**Queue (Pallets):** Es el área designada para el almacenamiento de los “flowitems”.

### **2.10.2 Pasos para la elaboración de un sistema**

Para una correcta elaboración del sistema se debe seguir cada uno de los siguientes pasos, esto se debe a que el análisis incorrecto provoca resultados erróneos.

**Definición del sistema:** En este apartado se determina los objetivos que se pretende obtener una vez alcanzada la simulación.

**Construcción del modelo:** Determinado los objetivos y analizado los resultados que se pretende obtener se procede a la construcción del modelo con la definición de las variables, recursos, entidades, procesamiento, etc.

**Recolección y análisis de datos:** Para una correcta simulación se establece con claridad y exactitud los datos que el modelo requiere para obtener los resultados deseados.

**Verificación y validación del modelo:** Dentro de la verificación del modelo se comprueba si el modelo cumple con los requisitos de diseño que se elabora.

**Análisis de resultados:** Obtenido el modelo de simulación se procede a realizar un análisis de resultados para determinar si se cumplen los objetivos planteados en la definición del sistema o si requiere más experimentos.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Distribución actual de la planta de producción.

La empresa de producción actualmente cuenta con una nave industrial que ocupa un área de 842,71  $m^2$ , la cual se encuentra dividida en 9 áreas de trabajo iniciando con el área de bodega de materia prima 1 que cuenta con 8 pallets plasticos, en la siguiente área se encuentra la bodega de materia prima 2 con 6 pallets plasticos junto a ello tenemos una tolva 1, el silo de almacenamiento 1 y como medio de transporte un sistema de paletas rotativas, la tercera área de despedregado y escarificado cuenta con dos máquinas y el silo de almacenamiento 2, seguido a ello se encuentra el área de lavado, centrifugado y secado, como medio de transporte se tiene un sistema de succión y la tolva 2, la quinta área esta comprendida por las máquinas de clasificación y reproceso, dentro del área seis y siete tenemos el control del peso y el empaque del producto terminado.

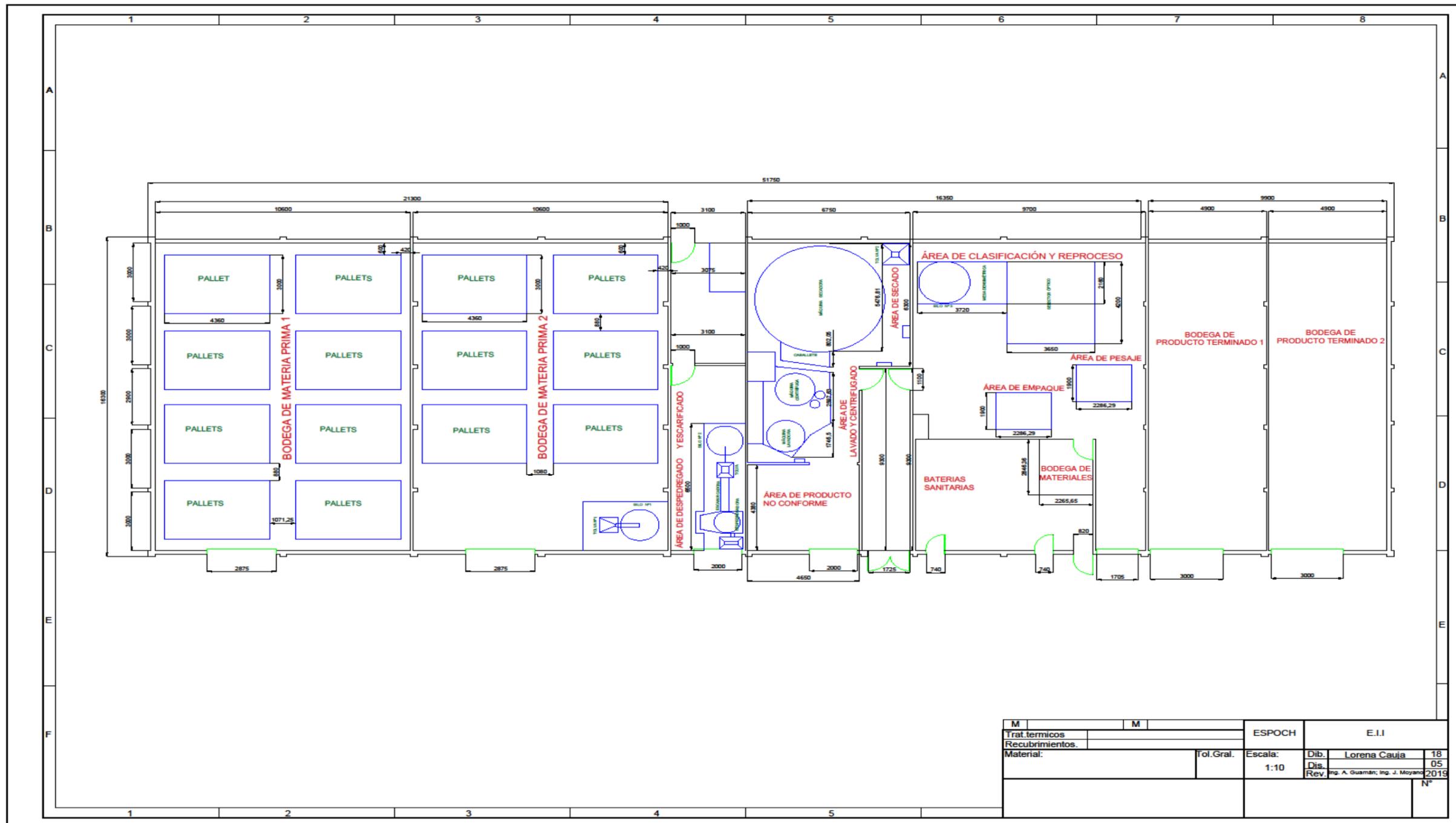


Figura 1-3. Distribución actual de la planta

Realizado por: Lorena Cauja

### 3.2 Análisis del Sistema de Producción

La empresa de producción Maquita labora bajo el sistema de producción por trabajo o también conocido bajo pedido, el proceso a realizarse en este caso es el reprocesamiento de quinua y para iniciar sus actividades la empresa espera la entrega de la materia prima por parte de sus proveedores estas son organizaciones comunitarias agrícolas, teniendo un tiempo determinado para su entrega en países del extranjero.

MAQUITA inicia sus operaciones una vez obtenida la materia prima, para ello la empresa planifica la producción al año teniendo como objetivo la exportación del producto con fin de entrega hacia los clientes del extranjero cada 3 meses.

#### 3.2.1 Entrada (*Recepción de la materia prima*)

La entrada del sistema de producción la constituye principalmente la quinua como materia prima, la cual ingresa a las bodegas de la empresa.



**Figura 2-3.** Almacenamiento de materia prima

**Realizado por:** Lorena Cauja

La materia prima es receptada por parte de los proveedores que en este caso los constituyen los diversos productores agrícolas de la Parroquia Calpi del Cantón Riobamba, personas que se dedican a la siembra y cosecha del producto a procesarse.

Las características de la materia prima a su ingreso se verifica que se encuentre libre de insectos, plagas y malas hierbas, además de detallar el proveedor, comunidad y el porcentaje de humedad con que ingresa la quinua, siendo un requisito por parte de la empresa MAQUITA a sus proveedores.

La quinua contiene de manera natural saponina por lo que ingresa generalmente con las siguientes propiedades, con un contenido de saponina del 0,03 al 0,05% y un porcentaje de humedad comprendido del 15 al 20%, tales variaciones dependen del cultivo que llega a obtener el pseudo cereal durante su madurez fisiológica.

### 3.2.2 *Proceso de conversión*

En este punto se identifica la transformación de la quinua donde intervienen diversas maquinarias ubicadas en las distintas áreas de trabajo para la obtención del producto terminado.

La planta de producción dispone de una distribución en línea, ya que los puestos de trabajo están ubicados unos a continuación de otro siguiendo el proceso de fabricación del producto.

#### 3.2.2.1 *Área de bodega de materia prima*

Dentro de esta área se cuenta con 6 pallets plástico para el almacenamiento de materia prima, además de una silo de almacenamiento de producto en proceso, como medio de transporte se tiene un sistema de paletas rotativas que sirve para transportar la quinua.



**Figura 3-3.** Silo con sistema de transporte.

**Realizado por:** Lorena Cauja

#### 3.2.2.2 *Área de despedregado y escarificado*

Esta área cuenta con dos máquinas procesadoras de quinua.

##### *Máquina despedregadora*

La máquina cuenta con una capacidad de producción de 2 toneladas/hora, se encarga de clasificar por tamaño los granos de quinua además de realizar una prelimpieza de residuos orgánicos tales como tallos, impurezas y restos de cosecha, conjuntamente la eliminación de polvo en bajo porcentaje mediante su diseño vibratorio de mallas tamizadoras.



**Figura 4-3.** Máquina despedregadora.

**Realizado por:** Lorena Cauja

### Máquina escarificadora

La máquina escarificadora fue diseñada para la eliminación de la corteza amarga del grano de quinua conocida como saponina.

La dosificación de la materia prima es continua. La corteza de la quinua una vez desprendida debe ser separada del grano mediante un sistema de succión para su correcto procesamiento.



**Figura 5-3.** Máquina escarificadora.

**Realizado por:** Lorena Cauja

### *3.2.2.3 Área de lavado, centrifugado y secado*

El área de lavado, centrifugado y secado se encarga de la limpieza y eliminación de humedad en el grano.

#### *Máquina lavadora de quinua*

Utilizando agua como elemento removedor esta máquina se encarga de quitar residuos de polvo y saponina restanten que no fueron eliminados totalmente de los procesos anteriores. Este equipo realiza una mezcla homogénea de quinua y agua, para que así circule por un impeler de diseño acorde a no estropear el grano de quinua, y por esta fricción se produzca el lavado. En el tanque de lavado cuenta con un agitador, para evitar el asentamiento de la quinua en el fondo del tanque. Su capacidad es de 10 quintales.



**Figura 6-3.** Máquina lavadora de quinua

**Realizado por:** Lorena Cauja

#### *Máquina centrífuga*

La máquina cuenta con una canastilla perforada que mediante la fuerza centrífuga permite la evacuación del agua adherida al grano en el proceso de lavado. La carga de diseño es de 10 quintales más el peso que produce la adherencia del agua.



**Figura 7-3.** Máquina centrífuga.

**Realizado por:** Lorena Cauja

#### 3.2.2.4 Área de Secado

##### Máquina Secadora

La máquina permite el secado de la quinua húmeda del proceso anterior mediante la rotación de la masa del producto a medida que ingresa aire caliente en su parte inferior, cuenta con un sistema de agitación de 20 paletas removedoras, para obtener una mayor eficiencia en el secado.



**Figura 8-3.** Máquina secadora de quinua

**Realizado por:** Lorena Cauja

### Sistema de succión

Su principal función es la de transportar la materia prima hacia el área de clasificación y reproceso. Actualmente el sistema se encuentra sin uso dentro del establecimiento.



**Figura 9-3.** Sistema de succión.

**Realizado por:** Lorena Cauja

### 3.2.2.5 Área de clasificación y reproceso

El objetivo del área es que el producto final llegue a cumplir con los requisitos del mercado, para cumplirlo cuenta con una mesa densimétrica y un selector óptico.

### Mesa densimétrica

La principal función de la mesa densimétrica es eliminar el polvo restante del secado mediante ventiladores accionados en serie que permiten la separación total del grano de polvos e impurezas.



**Figura 10-3.** Mesa densimétrica

**Realizado por:** Lorena Cauja

### Selector óptico

Este equipo consiste en la clasificación de la quinua, permitiendo la separación del grano por color, la maquinaria reconoce todo tipo de grano oscuro como impuro y lo expulsa de la línea de producción. Utiliza sensores ópticos para la detección del grano oscuro, garantizando la selección del grano óptimo para su posterior comercialización.



**Figura 11-3.** Selector óptico

Realizado por: Lorena Cauja

### *3.2.2.6 Área de pesaje*

En esta área se realiza el control tanto del peso de materia prima como del producto terminado, mediante una báscula electrónica que permite una mayor precisión del peso a fin de cumplir con las características de entrega y producción. Se realiza una inspección de 25.02 kg. peso del producto para su comercialización y exportación.



**Figura 12-3.** Báscula electrónica

Realizado por: Lorena Cauja

### 3.2.2.7 Área de empaque

Es un área importante del proceso ya que permite la contención, protección y preservación del producto final para su llegada al mercado consumidor. Se utiliza una máquina cosedora remalladora de sacos, equipo que permite un empaque adecuado del producto.



**Figura 13-3.** Área de Empaque

**Realizado por:** Lorena Cauja

### 3.3.3 Salida

La salida del sistema de producción es la quinua procesada empacada en costales de 25,02 kg como producto final, cumpliendo con las características exigentes del mercado internacional, por lo cual al finalizar el proceso se realiza los respectivos controles de calidad:

- Porcentaje de humedad menor al 12%
- Contenido de saponina  $\approx$  0,01%
- Eliminación de residuos orgánicos ( tallos, impurezas, piedras, etc)
- Granos enteros (sin partiduras y daños)
- Color blanco hasta crema
- Sacos limpios y nuevos para adecuado empaque.



**Figura 14-3.** Empaque del producto obtenido de quinua

**Realizado por:** Lorena Cauja

La empresa MAQUITA ubicada en la Parroquia Calpi del Cantón Riobamba se dedica exclusivamente al procesamiento de quinua y no a la elaboración de productos derivados.

### **3.4 Capacidad de las áreas de trabajo y maquinarias**

La planta de producción cuenta con maquinaria moderna y semiautomatizada que permite cumplir con un óptimo procesamiento en cada etapa de transformación de la quinua para su posterior exportación en países como Inglaterra, Alemania y España principales consumidores del producto.

Dentro de cada una de las áreas de trabajo se encuentran las diferentes maquinarias que son utilizadas para las actividades que se realizan en el proceso de producción, de acuerdo a las especificaciones técnicas con las que fueron diseñadas y elaboradas tienen una capacidad de producción como se detalla a continuación:

Área 1: Bodega de materia prima 1, cuenta con 8 pallets plásticos con capacidad de almacenamiento de 70 qq de 100 kg cada uno.

Área 2: Bodega de materia prima 2, cuenta con 6 pallets plásticos con capacidad de 70 qq de 100 kg cada uno, silo n1 tiene una capacidad de almacenamiento de 20 qq de 100kg.

Área 3: La máquina despedregadora y escarificadora tiene una capacidad de procesar 2 Ton/hora, silo n2 tiene una capacidad de almacenamiento de 20 qq de 100kg.

Área 4: Dentro de esta área la máquina lavadora tiene una capacidad de procesar 10 qq de 100 kg en 4 min la máquina centrífuga tiene una capacidad de procesar 10 qq de 100 kg en 7 min y la máquina secadora tiene una capacidad de procesar 10 qq de 100 kg en 30 min, el sistema de succión al ser un medio de transporte tiene una capacidad de procesar 10 qq de 100 kg en 7 minutos.

Área 5: Tanto la mesa densimétrica como el selector óptico pueden procesar 2 Ton/hora.

Área 6 y 7: Para el control del peso y el empaque las áreas designadas tienen una capacidad indefinida.

Área 8 y 9: Las bodegas de almacenamiento de producto terminado tienen una capacidad de almacenamiento de 2000 qq de 25,02 kg.

### **3.5 Número de operarios dentro del sistema de producción actual**

La empresa Maquita dentro de su departamento de producción cuenta con los siguientes operarios distribuidos de la siguiente manera:

Área 1: Bodega de materia prima 1; no necesita operarios.

Área 2: Bodega de materia prima 2; operario 1 y 2

Área 3: Despedregado y escarificado; no necesita de operarios

Área 4: Lavado, centrifugado y secado; operario 1 y 2

Área 5: Mesa densimétrica y selector óptico; operario 3

Área 6 y 7: Peso y empaque; operario 4, 5 y 6

Área 8 y 9: Bodegas de producto terminado; no necesita operarios.

Contando con un total de seis operarios para el reproceso de la quinua, se debe mencionar que la empresa cuenta con dos operadores de planta, dos operadores que son enviados de otras sucursales de “Maquita” y dos operadores de contrato temporal.

### **3.6 Hoja de actividades principales**

Para obtener las principales actividades dentro del proceso de producción se analizó detalladamente cada una de las estaciones de trabajo, conjuntamente se detallan las observaciones para realizar cada actividad.

**Tabla 1-3 :** Descripción de las actividades realizadas en la línea de producción.

Hoja de actividades		
N° Actividad	Actividad	Observación
1	Descarga de materia prima desde pallet hasta tolva N°1.	Dos operarios son los encargados
2	Desde tolva N°1 hasta SILO de Almacenamiento N° 1 mediante paletas rotatorias.	Maquinaria automatizada no necesita de operarios.
3	Despedregado y escarificado para eliminación de residuos orgánicos y saponina.	Maquinaria automatizada no necesita de operarios.
4	Desde Área de despedregado y escarificado hasta SILO de Almacenamiento N° 2 por ducto transportador.	Maquinaria automatizada no necesita de operarios.
5	Abrir llave de paso	Un operario es el encargado.
6	Llenado de agua en máquina lavadora.	Maquina semiautomatizada no requiere de operarios.
7	Inspección de dosificado de agua.	Un operario es el encargado.
8	Cerrar llave de paso	Un operario es el encargado.
9	Abrir ducto transportador	Un operario es el encargado.
10	Dosificado y lavado de quinua.	Maquinaria automatizada no necesita de operarios.
11	Cerrar ducto transportador	Un operario es el encargado.
12	Mover ducto transportador	Un operario es el encargado.
-13	Desde máquina lavadora a máquina centrífuga por ducto transportador.	Maquinaria automatizada no necesita de operarios.
14	Mover ducto transportador	Un operario es el encargado.
15	Centrifugado de quinua.	Maquinaria automatizada no necesita de operarios.
16	Sujeción de barra guía a canastilla perforada.	Dos operarios son los encargados de realizar la sujeción.
17	Elevación de la canastilla perforada desde parte interior hasta punto de sujeción externo de la máquina centrífuga.	Máquina semiautomatizada necesita de un operador.
18	Giro de canastilla perforada.	Dos operarios son los encargados de realizar el giro.
19	Inspección de sujeciones externa en canastilla perforada.	Un operario es el encargado de las inspecciones.
20	Desde sujeción externa de la máquina centrífuga hasta caballete metálico.	Un operario es el encargado.
21	Desde caballete metálico hasta Área de secado con pala barredera	Dos operarios son los encargados de realizar la descarga.
22	Dispersión de quinua en máquina secadora.	Dos operarios son los encargados de realizar la descarga.
23	Secado de quinua	Maquinaria automatizada no necesita de operarios.
24	Inspección del porcentaje de humedad	Un operario es el encargado.
25	Enfriado	Maquinaria automatizada no necesita de operarios.
26	Desde máquina secadora hacia tolva N°2.	Dos operarios son los encargados de esta actividad.
27	Desde tolva N°2 hacia SILO de Almacenamiento N°3 por ducto transportador.	Maquinaria automatizada no necesita de operarios.
28	Abrir ducto transportador	Un operario es el encargado.
29	Clasificación de quinua mediante mesa densimétrica y selector óptico	Maquinaria automatizada no necesita de operarios.
30	Transporte de sacos	Un operario es el encargado.
31	Cerrar ducto transportador	Un operario es el encargado.
32	Transporte de sacos para reproceso	Un operario es el encargado.
33	Reproceso de la quinua por selector óptico.	Maquinaria automatizada no necesita de operarios.
34	Transporte de sacos de 25 kg	Un operario es el encargado.
35	Cerrar ducto transportador	Un operario es el encargado.
36	Desde el Área de reproceso hacia Área de pesaje	Un operario es el encargado.
37	Pesaje de ensacado final	Un operario es el encargado.
38	Inspección de peso a 25.02 kg.	Dos operarios son los encargados.
39	Desde Área de pesaje hacia Área de Empaque	Un operario es el encargado.
40	Empacado de costales	Dos operarios son los encargados.
41	Traslado de producto terminado	Tres operarios son los encargados

Realizado por: Lorena Cauja

### 3.7 Registro de tiempos de la situación actual del proceso

A continuación se registra las actividades dentro del proceso de producción, la cantidad de producto procesado el número de tomas por cada proceso conjuntamente con el tiempo promedio de ciclo.

**Tabla 2-3 :** Registro de tiempos

REGISTRO DE TIEMPOS					
Nº	Actividad	Cantidad	Obs.	T.O	T.T
1	Descarga de materia prima desde pallet hasta tolva Nº1.	34	15	9	131
2	Desde tolva Nº1 hasta SILO de Almacenamiento Nº 1 mediante paletas rotatorias.	34	15	33	497
3	Despedregado y escarificado para eliminación de residuos orgánicos y saponina.	34	15	82	1223
4	Desde Área de despedregado y escarificado hasta SILO de Almacenamiento Nº 2 por ducto transportador.	34	15	2	29
5	Abrir llave de paso	34	15	1	17
6	Llenado de agua en máquina lavadora.	34	15	12	187
7	Inspección de dosificado de agua.	34	15	1	22
8	Cerrar llave de paso	34	15	1	17
9	Abrir ducto transportador	34	15	2	28
10	Dosificado y lavado de quinua.	34	15	5	71
11	Cerrar ducto transportador	34	15	2	28
12	Mover ducto transportador	34	15	1	16
13	Desde máquina lavadora a máquina centrífuga por ducto transportador.	34	15	5	71
14	Mover ducto transportador	34	15	1	18
15	Centrifugado de quinua.	34	15	15	222
16	Sujeción de barra guía a canastilla perforada.	34	15	2	29
17	Elevación de la canastilla perforada desde parte interior hasta punto de sujeción externo de la máquina centrífuga.	34	15	6	95
18	Giro de canastilla perforada.	34	15	1	22
19	Inspección de sujeciones externa en canastilla perforada.	34	15	1	15
20	Desde sujeción externa de la máquina centrífuga hasta caballete metálico.	34	15	2	33
21	Desde caballete metálico hasta Área de secado con pala barredera	34	15	2	33
22	Dispersión de quinua en máquina secadora.	34	15	1	18
23	Secado de quinua	34	15	82	1231
24	Inspección del porcentaje de humedad	34	15	4	58
25	Enfriado	34	15	30	443
26	Desde máquina secadora hacia tolva Nº2.	34	15	57	853
27	Desde tolva Nº2 hacia SILO de Almacenamiento Nº3 por ducto transportador.	34	15	26	385
28	Abrir ducto transportador	34	15	1	18
29	Clasificación de quinua mediante mesa densimétrica y selector óptico	34	15	68	1021
30	Transporte de sacos	34	15	1	15
31	Cerrar ducto transportador	34	15	1	18
32	Transporte de sacos para reproceso	34	15	2	33
33	Reproceso de la quinua por selector óptico.	34	15	166	2487
34	Transporte de sacos de 25 kg	34	15	2	32
35	Cerrar ducto transportador	34	15	1	18
36	Desde el Área de reproceso hacia Área de pesaje	34	15	2	30
37	Pesaje de ensacado final	34	15	1	15
38	Inspección de peso a 25.02 kg.	34	15	6	97
39	Desde Área de pesaje hacia Área de Empaque	34	15	1	15
40	Empacado de costales	34	15	31	471
41	Traslado de producto terminado	34	15	5	72

Realizado por: Lorena Cauja

### 3.8 Tamaño de la muestra

Los tiempos registrados suelen presentar variedades durante el estudio de tiempos, por lo que el método estadístico especificado en el Capítulo II, proporciona un nivel de confianza del 94,45% y un margen de error de  $\pm 5\%$ , es por ello que para verificar el número correcto de observaciones realizadas se ha tomado como ejemplo la primera actividad. Los demás cálculos se encuentran en el anexo A

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{c \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (4)$$

Donde:

n: Número necesario de observaciones,

c: Número de mediciones iniciales

$\sum$ : Suma de los valores

x: Valor de las mediciones

**Tabla 3-3:** Toma de tiempos registrados del elemento

TABLA N° 4		
Elemento 1		4.-Doblar saco
N° de Tomas	Lecturas del cronómetro minutos (x)	Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x <sup>2</sup> )
1	9	81
2	10	100
3	10	100
4	8	64
5	8	64
6	9	81
7	9	81
8	9	81
9	10	100
10	8	64
11	9	81
12	9	81
13	8	64
14	7	49
15	8	64
<b>TOTAL</b>	<b>131</b>	<b>1155</b>

Realizado por: Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(1155) - (131)^2}}{131} \right)^2 ; n = 15 \text{ tomas}$$

Como resultado tenemos que el número de observaciones es el adecuado por que el valor de n es de 15 tomas y la cantidad de observaciones es igual, por lo tanto el tiempo promedio registrados en la hoja de observación garantiza el nivel de confianza en los datos registrados.

### **3.9 Hoja de tiempos por ciclo de trabajo**

Para el registro inicial de los tiempos se realizo un promedio de 15 tomas realizadas para las 41 actividades que se realizan dentro del proceso de producción, teniendo como ingreso un promedio de 10 costales de 100 kg, y obteniendo como salida un total de 34 costales promedios de 25,02 kg.

Tabla 4-3 : Registro de tiempos

TIEMPOS CRONOMETRADOS POR CICLO DE TRABAJO																
Empresa		Departamento:				Método:						Realizado por:				
		Producción				Actual						Lorena Cauja				
		Tipo de cronometraje:				Unidades de medida:						Operarios:				
		Regreso a cero				Minutos						6 operarios				
N°	Actividad	Tiempos observados por ciclo														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Descarga de materia prima desde pallet hasta tolva N°1.	9	10	10	8	8	9	9	9	10	8	9	9	8	7	8
2	Desde tolva N°1 hasta SILO de Almacenamiento N° 1 mediante paletas rotatorias.	30	35	35	33	30	39	31	33	29	37	31	36	32	30	36
3	Despedregado y escarificado para eliminación de residuos orgánicos y saponina.	88	80	87	86	79	81	79	80	69	94	80	70	79	90	81
4	Desde Área de despedregado y escarificado hasta SILO de Almacenamiento N° 2 por ducto transportador.	1,58	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,5	2	2	1,6	2
5	Abrir llave de paso	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
6	Llenado de agua en máquina lavadora.	14	13	14	12	13	11	12	13	14	13	12	13	11	12	10
7	Inspección de dosificado de agua.	1,4	1,5	1,5	1,3	1,5	1,5	1,8	1,2	1,4	1,4	1,5	1,4	1,5	1,6	1,4
8	Cerrar llave de paso	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
9	Abrir ducto transportador	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
10	Dosificado y lavado de quinua.	4	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
11	Cerrar ducto transportador	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2
12	Mover ducto transportador	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
13	Desde máquina lavadora a máquina centrífuga por ducto transportador.	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5
14	Mover ducto transportador	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1
15	Centrifugado de quinua.	14	17	15	15	14	13	17	16	14	12	16	14	14	15	16
16	Sujeción de barra guía a canastilla perforada.	2	2	2	2	1,5	2	2	2	1,5	2	2	2	2	2	2
17	Elevación de la canastilla perforada desde parte interior hasta punto de sujeción externo de la máquina centrífuga.	6	6	7	7	5	6	6	7	7	6	7	6	7	6	6
18	Giro de canastilla perforada.	1,4	1,5	1,5	1,3	1,5	1,5	1,8	1,2	1,4	1,4	1,5	1,4	1,5	1,6	1,4
19	Inspección de sujeciones externa en canastilla perforada.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	Desde sujeción externa de la máquina centrífuga hasta caballete metálico.	2	2,4	2	2,4	2	2,5	2	2	2,5	2	2,4	2	2,3	2	2
21	Desde caballete metálico hasta Área de secado con pala barredera	2	2,4	2,4	2,5	2	2,1	2,4	2	2,2	2,5	2	2,2	2	2	2,4
22	Dispersión de quinua en máquina secadora.	1,2	1,3	1,1	1,3	1,2	1,1	1,2	1,1	1,5	1,4	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2
23	Secado de quinua	89	80	80	89	90	69	80	80	79	79	96	69	80	91	80
24	Inspección del porcentaje de humedad	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4
25	Enfriado	29	24	32	30	29	30	30	29	29	24	32	30	32	31	32
26	Desde máquina secadora hacia tolva N°2.	60	62	62	49	44	58	60	55	49	59	55	59	61	60	60
27	Desde tolva N°2 hacia SILO de Almacenamiento N°3 por ducto transportador.	27	28	28	22	20	26	24	25	26	28	25	27	28	26	25
28	Abrir ducto transportador	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29	Clasificación de quinua mediante mesa densimétrica y selector óptico	68	73	68	61	68	73	73	66	50	72	70	68	73	69	69
30	Transporte de sacos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31	Cerrar ducto transportador	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
32	Transporte de sacos para reproceso	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2
33	Reproceso de la quinua por selector óptico.	142	182	182	143	142	169	155	177	178	152	181	157	162	182	182
34	Transporte de sacos de 25 kg	2,0	2,0	2,4	2,0	2,1	2,1	2,3	2,0	2,0	2,4	2,0	2,0	2,5	2,0	2,2
35	Cerrar ducto transportador	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1
36	Desde el Área de reproceso hacia Área de pesaje	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
37	Pesaje de ensacado final	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
38	Inspección de peso a 25.02 kg.	6	7	7	6	6	7	6	7	6	7	7	7	6	6	6
39	Desde Área de pesaje hacia Área de Empaque	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
40	Empacado de costales	30	34	34	27	30	32	30	31	33	34	30	32	33	32	30
41	Traslado de producto terminado	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5

Realizado por: Lorena Cau

El tiempo que conlleva realizar el proceso de producción es muy variado, esto se debe a que diferentes actividades son semiautomatizadas y el tiempo de operación ya depende de la capacidad de la maquinaria. En la grafica 1-3 se puede observar el tiempo promedio de las diferentes acciones registradas mediante el cronometro, estos datos nos ayuda para realizar los respectivos cálculos para obtener el tiempo estándar debido a que son mas exactos.



**Grafico 1-3.** Tiempo observado de producción de cada actividad

Realizado por: Lorena Cauja

### 3.10 Metodo Westinghouse

Considerando los cuatro factores importantes que son:

- Habilidad
- Esfuerzo
- Condiciones
- Consistencia

Se procede a calcular el tiempo normal para cada actividad de trabajo donde interviene el operador, de acuerdo a la tabla de valoración porcentual.

**Tabla 5-3: Valoraciones**

HABILIDAD		ESFUERZO	
<b>0,15</b>	A1 HABILÍSIMO	0,13	A1 EXCESIVO
<b>0,13</b>	A2 –HABILÍSIMO	0,12	A2 –EXCESIVO
<b>0,11</b>	B1 EXCELENTE	0,1	B1 EXCELENTE
<b>0,08</b>	B2 –EXCELENTE	0,08	B2 –EXCELENTE
<b>0,06</b>	C1 BUENO	0,05	C1 BUENO
<b>0,03</b>	C2 –BUENO	0,02	C2 –BUENO
<b>0</b>	D –PROMEDIO	0	D –PROMEDIO
<b>-0,05</b>	E1 REGULAR	-0,04	E1 REGULAR
<b>-0,1</b>	E2 –REGULAR	-0,08	E2 –REGULAR
<b>-0,15</b>	F1 DEFICIENTE	-0,12	F1 DEFICIENTE
<b>-0,22</b>	F2 –DEFICIENTE	-0,17	F2 –DEFICIENTE
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
<b>0,06</b>	A –IDEALES	0,04	A –PERFECTO
<b>0,04</b>	B –EXCELENTES	0,03	B –EXCELENTE
<b>0,02</b>	C –BUENAS	0,01	C –BUENA
<b>0</b>	D -PROMEDIO	0	D –PROMEDIO
<b>-0,03</b>	E –REGULARES	-0,02	E –REGULAR
<b>-0,07</b>	F –MALAS	-0,04	F –DEFICIENTE

(Criollo, 2005 pág. 210)

Para el análisis del factor de valoración se debe tomar en cuenta que la mayor parte del proceso es semiautomatizado y no necesita de operarios para realizar dichas actividades es por eso que para su calculo se establecio un factor de valoración 1 ya que las máquinas trabajan a un ritmo normal.

De acuerdo a la valoración de la tabla, se procede hallar el factor de valoración para el operador de la empresa de producción en cada una de las actividades del proceso. Para determinar el factor de valoración se procede a sumar los cuatro factores como habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia una vez obtenido la valoración se suma la actuación normal del operador determinada como 1.

Una vez realizado el calculo anterior se procede a determinar el tiempo normal, tomando en cuenta que el factor varia dependiendo la actividad que se realiza.

**Tabla 6-3 : Calculo del tiempo normal**

Nº	Actividad	T.O	HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICIONES	CONSISTENCIA	V=H+E+C+C	F.V=Ac Normal+V	T.N
1	Descarga de materia prima desde pallet hasta tolva N°1.	9	0,06	0,13	0,02	0,01	<b>0,22</b>	<b>1,22</b>	<b>11</b>
2	Desde tolva N°1 hasta SILO de Almacenamiento N° 1 mediante paletas rotatorias.	33	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	<b>33</b>
3	Despedregado y escarificado para eliminación de residuos orgánicos y saponina.	82	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	<b>82</b>
4	Desde Área de despedregado y escarificado hasta SILO de Almacenamiento N° 2 por ducto transportador.	2	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	<b>2</b>
5	Abrir llave de paso	1	0,15	0,00	0,02	0,01	<b>0,18</b>	<b>1,18</b>	<b>1</b>
6	Llenado de agua en máquina lavadora.	12	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	<b>12</b>
7	Inspección de dosificado de agua.	1	0,06	0,08	0,02	0,02	<b>0,18</b>	<b>1,18</b>	<b>2</b>
8	Cerrar llave de paso	1	0,15	0,00	0,02	0,01	<b>0,18</b>	<b>1,18</b>	<b>1</b>
9	Abrir ducto transportador	2	0,15	0,05	0,02	0,01	<b>0,23</b>	<b>1,23</b>	<b>2</b>
10	Dosificado y lavado de quinua.	5	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	<b>5</b>
11	Cerrar ducto transportador	2	0,15	0,05	0,02	0,01	<b>0,23</b>	<b>1,23</b>	<b>2</b>
12	Mover ducto transportador	1	0,15	0,00	0,02	0,01	<b>0,18</b>	<b>1,18</b>	<b>1</b>
13	Desde máquina lavadora a máquina centrífuga por ducto transportador.	5	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	<b>5</b>
14	Mover ducto transportador	1	0,15	0,00	0,02	0,01	<b>0,18</b>	<b>1,18</b>	<b>1</b>
15	Centrifugado de quinua.	15	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	<b>15</b>
16	Sujeción de barra guía a canastilla perforada.	2	-0,10	0,02	0,02	0,01	<b>-0,05</b>	<b>0,95</b>	<b>2</b>
17	Elevación de la canastilla perforada desde parte interior hasta punto de sujeción externo de la máquina centrífuga.	6	0,06	0,02	0,04	0,03	<b>0,15</b>	<b>1,15</b>	<b>7</b>
18	Giro de canastilla perforada.	1	0,03	0,10	-0,03	0,01	<b>0,11</b>	<b>1,11</b>	<b>2</b>
19	Inspección de sujeciones externa en canastilla perforada.	1	0,11	0,10	0,04	0,03	<b>0,28</b>	<b>1,28</b>	<b>1</b>
20	Desde sujeción externa de la máquina centrífuga hasta caballete metálico.	2	0,11	-0,04	0,02	0,03	<b>0,12</b>	<b>1,12</b>	<b>2</b>
21	Desde caballete metálico hasta Área de secado con pala barredera	2	0,15	0,08	0,02	0,01	<b>0,26</b>	<b>1,26</b>	<b>3</b>
22	Dispersión de quinua en máquina secadora.	1	0,15	0,08	-0,03	0,01	<b>0,21</b>	<b>1,21</b>	<b>1</b>
23	Secado de quinua	82	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	<b>82</b>
24	Inspección del porcentaje de humedad	4	0,15	0,02	0,06	0,01	<b>0,24</b>	<b>1,24</b>	<b>5</b>
25	Enfriado	30	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	<b>30</b>
26	Desde máquina secadora hacia tolva N°2.	57	0,06	0,13	-0,13	0,03	<b>0,09</b>	<b>1,09</b>	<b>62</b>
27	Desde tolva N°2 hacia SILO de Almacenamiento N°3 por ducto transportador.	26	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	<b>26</b>
28	Abrir ducto transportador	1	0,06	0,02	0,02	0,01	<b>0,11</b>	<b>1,11</b>	<b>1</b>
29	Clasificación de quinua mediante mesa densimétrica y selector óptico	68	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	<b>68</b>
30	Transporte de sacos	1	0,15	0,00	0,02	0,01	<b>0,18</b>	<b>1,18</b>	<b>1</b>
31	Cerrar ducto transportador	1	0,06	0,02	0,02	0,01	<b>0,11</b>	<b>1,11</b>	<b>1</b>
32	Transporte de sacos para reproceso	2	0,06	-0,04	0,00	0,01	<b>0,03</b>	<b>1,03</b>	<b>2</b>
33	Reproceso de la quinua por selector óptico.	166	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	<b>166</b>
34	Transporte de sacos de 25 kg	2	0,11	0,00	0,02	0,01	<b>0,14</b>	<b>1,14</b>	<b>2</b>
35	Cerrar ducto transportador	1	0,06	0,02	0,06	0,03	<b>0,17</b>	<b>1,17</b>	<b>1</b>
36	Desde el Área de reproceso hacia Área de pesaje	2	0,06	0,12	0,02	0,01	<b>0,21</b>	<b>1,21</b>	<b>2</b>
37	Pesaje de ensacado final	1	0,06	0,02	0,02	0,03	<b>0,13</b>	<b>1,13</b>	<b>1</b>
38	Inspección de peso a 25.02 kg.	6	0,06	0,05	0,02	0,01	<b>0,14</b>	<b>1,14</b>	<b>7</b>
39	Desde Área de pesaje hacia Área de Empaque	1	0,03	0,02	0,02	0,01	<b>0,08</b>	<b>1,08</b>	<b>1</b>
40	Empacado de costales	31	0,06	0,13	0,02	0,01	<b>0,22</b>	<b>1,22</b>	<b>38</b>
41	Traslado de producto terminado	5	0,03	0,05	0,02	0,01	<b>0,11</b>	<b>1,11</b>	<b>5</b>

Realizado por: Lorena Cauja

### **3.11 Análisis del tiempo tipo o tiempo estándar actual**

#### *3.11.1 Hoja de analisis para obtener el tiempo tipo estandar*

Una vez obtenido el tiempo normalizado se procede a calcular el porcentaje de los suplementos utilizando la tabla de la suplementos que se mencionó anteriormente, para cada una de las actividades.

Los suplementos solo aplicara para las actividades donde interviene el operador, al ser un sistema semiautomatizado no existiran suplementos en diferentes actividades tomando como tiempo estandar el tiempo que tardara la maquinaria en procesar la materia prima.

En el caso de los operarios la asignación de suplementos se estableció de la siguiente manera:

Suplementos constantes:

- Por fatiga 4%
- Por necesidades personales 5%.

Suplementos variables:

- Por estar de pie 2%
- Por uso de la fuerza de 25 kg ; 13%
- Por uso de la fuerza de 5 kg ; 2%

**Tabla 7-3 : Registro del tiempo estándar método actual**

Nº	Actividad	Suplementos Constantes		Suplementos varibales		Suplmento Total	Timpo normal	Timpo estándar
		Fatiga %	Necesidades personales %	Estar de pie %	Fuerza muscular %			
1	Descarga de materia prima desde pallet hasta tolva N°1.	5	4	2	13	0,24	11	<b>13</b>
2	Desde tolva N°1 hasta SILO de Almacenamiento N° 1 mediante paletas rotatorias.	-	-	-	-	0,00	33	<b>33</b>
3	Despedregado y escarificado para eliminación de residuos orgánicos y saponina.	-	-	-	-	0,00	82	<b>82</b>
4	Desde Área de despedregado y escarificado hasta SILO de Almacenamiento N° 2 por ducto transportador.	-	-	-	-	0,00	2	<b>2</b>
5	Abrir llave de paso	5	4	2		0,11	1	<b>1</b>
6	Llenado de agua en máquina lavadora.	-	-	-	-	0,00	12	<b>12</b>
7	Inspección de dosificado de agua.	5	4	2		0,11	2	<b>2</b>
8	Cerrar llave de paso	5	4	2		0,11	1	<b>1</b>
9	Abrir ducto transportador	5	4	2		0,11	2	<b>3</b>
10	Dosificado y lavado de quinua.	-	-	-	-	0,00	5	<b>5</b>
11	Cerrar ducto transportador	5	4	2		0,11	2	<b>3</b>
12	Mover ducto transportador	5	4	2		0,11	1	<b>1</b>
13	Desde máquina lavadora a máquina centrífuga por ducto transportador.	-	-	-	-	0,00	5	<b>5</b>
14	Mover ducto transportador	5	2	2		0,09	1	<b>2</b>
15	Centrifugado de quinua.	-	-	-	-	0,00	15	<b>15</b>
16	Sujeción de barra guía a canastilla perforada.	5	4	2		0,11	2	<b>2</b>
17	Elevación de la canastilla perforada desde parte interior hasta punto de sujeción externo de la máquina centrífuga.	5	4	2		0,11	7	<b>8</b>
18	Giro de canastilla perforada.	5	4	2	13	0,24	2	<b>2</b>
19	Inspección de sujeciones externa en canastilla perforada.	5	4	2		0,11	1	<b>1</b>
20	Desde sujeción externa de la máquina centrífuga hasta caballete metálico.	5	4	2		0,11	2	<b>3</b>
21	Desde caballete metálico hasta Área de secado con pala barredera	5	4	2		0,11	3	<b>3</b>
22	Dispersión de quinua en máquina secadora.	5	4	2		0,11	1	<b>2</b>
23	Secado de quinua	-	-	-	-	0,00	82	<b>82</b>
24	Inspección del porcentaje de humedad	5	4	2		0,11	5	<b>5</b>
25	Enfriado	-	-	2	-	0,02	30	<b>30</b>
26	Desde máquina secadora hacia tolva N°2.	5	4	2	2	0,13	62	<b>70</b>
27	Desde tolva N°2 hacia SILO de Almacenamiento N°3 por ducto transportador.	-	-	-	-	0,00	26	<b>26</b>
28	Abrir ducto transportador	5	4	2	-	0,11	1	<b>1</b>
29	Clasificación de quinua mediante mesa densimétrica y selector óptico	5	-	-	-	0,05	68	<b>71</b>
30	Transporte de sacos	5	4	2	13	0,24	1	<b>1</b>
31	Cerrar ducto transportador	5	4	2	-	0,11	1	<b>1</b>
32	Transporte de sacos para reproceso	5	4	2	13	0,24	2	<b>3</b>
33	Reproceso de la quinua por selector óptico.	-	-	-	-	0,00	166	<b>166</b>
34	Transporte de sacos de 25 kg	5	4	2	13	0,24	2	<b>3</b>
35	Cerrar ducto transportador	5	4	2		0,11	1	<b>2</b>
36	Desde el Área de reproceso hacia Área de pesaje	5	4	2		0,11	2	<b>3</b>
37	Pesaje de ensacado final	5	4	2	13	0,24	1	<b>1</b>
38	Inspección de peso a 25.02 kg.	5	4	2		0,11	7	<b>8</b>
39	Desde Área de pesaje hacia Área de Empaque	5	4	2	13	0,24	1	<b>1</b>
40	Empacado de costales	5	4	2		0,11	38	<b>43</b>
41	Traslado de producto terminado	5	4	2		0,11	5	<b>6</b>
<b>TOTAL</b>						<b>13</b>	<b>698</b>	<b>725</b>

Realizado por: Lorena Cauja

El análisis del tiempo estándar se lo realiza en minutos obteniendo un tiempo total de 725 minutos, una vez calculado el tiempo estándar de cada actividad del proceso, este tiempo es dividido para el número de operarios que intervienen en el proceso contando con un total de 6 operadores dentro de la planta, teniendo como resultado un total de 607 minutos es decir 10,7 horas de trabajo.

**Tabla 8-3 :** Tiempo estándar de cada actividad en minutos

N°	Elemento de la actividad	T.S
1	Descarga de materia prima desde pallet hasta tolva N°1.	7
2	Desde tolva N°1 hasta SILO de Almacenamiento N° 1 mediante paletas rotatorias.	33
3	Despedregado y escarificado para eliminación de residuos orgánicos y saponina.	82
4	Desde Área de despedregado y escarificado hasta SILO de Almacenamiento N° 2 por ducto transportador.	2
5	Abrir llave de paso	1
6	Llenado de agua en máquina lavadora.	12
7	Inspección de dosificado de agua.	1
8	Cerrar llave de paso	1
9	Abrir ducto transportador	1
10	Dosificado y lavado de quinua.	5
11	Cerrar ducto transportador	1
12	Mover ducto transportador	1
13	Desde máquina lavadora a máquina centrífuga por ducto transportador.	5
14	Mover ducto transportador	1
15	Centrifugado de quinua.	15
16	Sujeción de barra guía a canastilla perforada.	1
17	Elevación de la canastilla perforada desde parte interior hasta punto de sujeción externo de la máquina centrífuga.	4
18	Giro de canastilla perforada.	1
19	Inspección de sujeciones externa en canastilla perforada.	1
20	Desde sujeción externa de la máquina centrífuga hasta caballete metálico.	1
21	Desde caballete metálico hasta Área de secado con pala barredera	2
22	Dispersión de quinua en máquina secadora.	1
23	Secado de quinua	82
24	Inspección del porcentaje de humedad	1
25	Enfriado	30
26	Desde máquina secadora hacia tolva N°2.	35
27	Desde tolva N°2 hacia SILO de Almacenamiento N°3 por ducto transportador.	26
28	Abrir ducto transportador	1
29	Clasificación de quinua mediante mesa densimétrica y selector óptico	71
30	Transporte de sacos	0,37
31	Cerrar ducto transportador	0,4
32	Transporte de sacos para reproceso	1
33	Reproceso de la quinua por selector óptico.	166
34	Transporte de sacos de 25 kg	1
35	Cerrar ducto transportador	0,39
36	Desde el Área de reproceso hacia Área de pesaje	1
37	Pesaje de ensacado final	0,4
38	Inspección de peso a 25.02 kg.	2
39	Desde Área de pesaje hacia Área de Empaque	0,3
40	Empacado de costales	11
41	Traslado de producto terminado	1
TOTAL		<b>607</b>

Realizado por: Lorena Cauja

Concluyendo que para la producción de 34 unidades de 25,02 kg se lo realiza en un tiempo de 10,07 horas, obteniendo una producción semanal de 135 unidades y a la vez un total de 540 unidades mensuales.

### 3.11.1 Representación del tiempo estándar

Una vez determinado el tiempo estándar del proceso de producción se procede a representar mediante una grafica de líneas para poder visualizar el comportamiento de las diferentes actividades.



**Grafico 2-3.** Tiempo estándar actual

Realizado por: Lorena Cauja

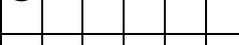
### 3.12 Analisis del proceso de producción actual

En esta seccion se especificara las diferentes actividades que se realizan dentro del proceso desde el almacenamiento de la materia prima hasta obtener el producto terminado, para esto es necesario realizar los diagramas de analisis del proceso, diagramas de recorrido, diagrama hombre máquina, etc.

#### 3.12.1 Diagrama de análisis del proceso tipo material

En el siguiente diagrama se presenta el análisis secuencial de las actividades realizadas para la obtención de la quinua procesada, se detalla el proceso al cual es sometido la materia prima, el tiempo en minutos y las distancias de desplazamiento en metros del material.

**Tabla 9-3:** Diagrama de análisis del proceso tipo material método actual.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO TIPO MATERIAL					
<b>Empresa:</b> 	<b>Actividad:</b> El proceso inicia en bodega de la materia prima y finaliza en la bodega de producto terminado.			<b>Estudio N° 1</b>	<b>Hoja N°1</b>
<b>Departamento:</b> Producción	<b>Producto:</b> Quinua	<b>Analista:</b> Lorena Cauja	<b>Plano N°:</b>	<b>Método Actual</b>	<b>Fecha:</b> 2019-06-19
<b>Símbolos</b>	<b>N° Actividad</b>	<b>Distancia (metros)</b>	<b>Tiempo (minutos)</b>	<b>Descripción del Proceso</b>	
	1			Almacenamiento de materia prima	
	1	9	7	Descarga de materia prima desde pallet hasta tolva N°1.	
	2	6	33	Desde tolva N°1 hasta SILO de Almacenamiento N° 1 mediante paletas rotatorias.	
	1	2	82	Despedregado y escarificado para eliminación de residuos orgánicos y saponina.	
	3	5	2	Desde Área de despedregado y escarificado hasta SILO de Almacenamiento N° 2 por ducto transportador.	
	1		1	Abrir llave de paso	
	1		12	Llenado de agua en máquina lavadora.	
	1		1	Inspección de dosificado de agua.	
	2		1	Cerrar llave de paso	
	3		1	Abrir ducto transportador	
	4		5	Dosificado y lavado de quinua.	
	5		1	Cerrar ducto transportador	
	6		1	Mover ducto transportador	
	4	3,8	5	Desde máquina lavadora a máquina centrífuga por ducto transportador.	
	7		1	Mover ducto transportador	
	8		15	Centrifugado de quinua.	
	9		1	Sujeción de barra guía a canastilla perforada.	
	10		4	Elevación de la canastilla perforada desde parte interior hasta punto de sujeción externo de la máquina centrífuga.	
	11		1	Giro de canastilla perforada.	
	2		1	Inspección de sujeciones externa en canastilla perforada.	
	5	1,50	1,50	Desde sujeción externa de la máquina centrífuga hasta caballete metálico.	
	6	0,90	0,90	Desde caballete metálico hasta Area de secado con pala barredera	

						12		1	Dispersión de quinua en máquina secadora.
						13		82	Secado de quinua
						3		1	Inspección del porcentaje de humedad
						14		30	Enfriado
						7	1	35	Desde máquina secadora hacia tolva N°2
						8	8	26	Desde tolva N°2 hacia SILO de Almacenamiento N°3 por ducto transportador.
						15		1	Abrir ducto transportador
						2	10,40	71	Clasificación de quinua mediante mesa densimétrica y selector óptico
						9	0,50	0,37	Transporte de sacos
						16		0,4	Cerrar ducto transportador
						10	2,50	1	Transporte de sacos para reproceso
						3	5,20	166	Reproceso de la quinua por selector óptico.
						11	0,50	1	Transporte de sacos de 25 kg
						17		0,39	Cerrar ducto transportador
						12	2,20	1	Desde el Área de reproceso hacia Área de pesaje
						18		0,4	Pesaje de ensacado final
						4		2	Inspección de peso a 25.02 kg.
						13	3	0,3	Desde Área de pesaje hacia Área de Empaque
						19		11	Empacado de costales
						14	28m	1	Traslado de producto terminado
						2			Almacenamiento de producto terminado.

**Realizado por:** Lorena Cauja

Por medio de este diagrama se logra determinar con mayor profundidad el proceso de producción, con el apoyo del cronometro se establecio los tiempos antes descritos, y con la ayuda de instrumentos de medición se pudieron determinar las distancias que recorre el material. En este diagrama ya se reconoce el número de actividades que se encuentran a lo largo del proceso.

En la tabla 11-3 se puede evidenciar el resumen para identificar el total de actividades, la distancia recorrida y el tiempo de producción empleados para la obtención de 34 sacos de 25.02 kg de quinua producto de comercialización de la empresa MAQUITA.

**Tabla 10-3:** Cuadro de resumen producción de quinua, método actual.

<b>RESUMEN</b>				
<b>Actividad</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Distancia (metros)</b>	<b>Tiempo (minutos)</b>
Operación		19		155
Transporte		14	71,9	116
Demora		1		12
Inspección		4		5
Almacenaje		2		
Combinada		3	17,60	319
<b>TOTAL:</b>		43	89,5	607 minutos 10,07 horas

Realizado por: Lorena Cauja

### 3.12.2 Diagrama de flujo propuesto del proceso general

A continuación en la figura 85-3, se identifica el diagrama de flujo de proceso actual para la producción de quinua.

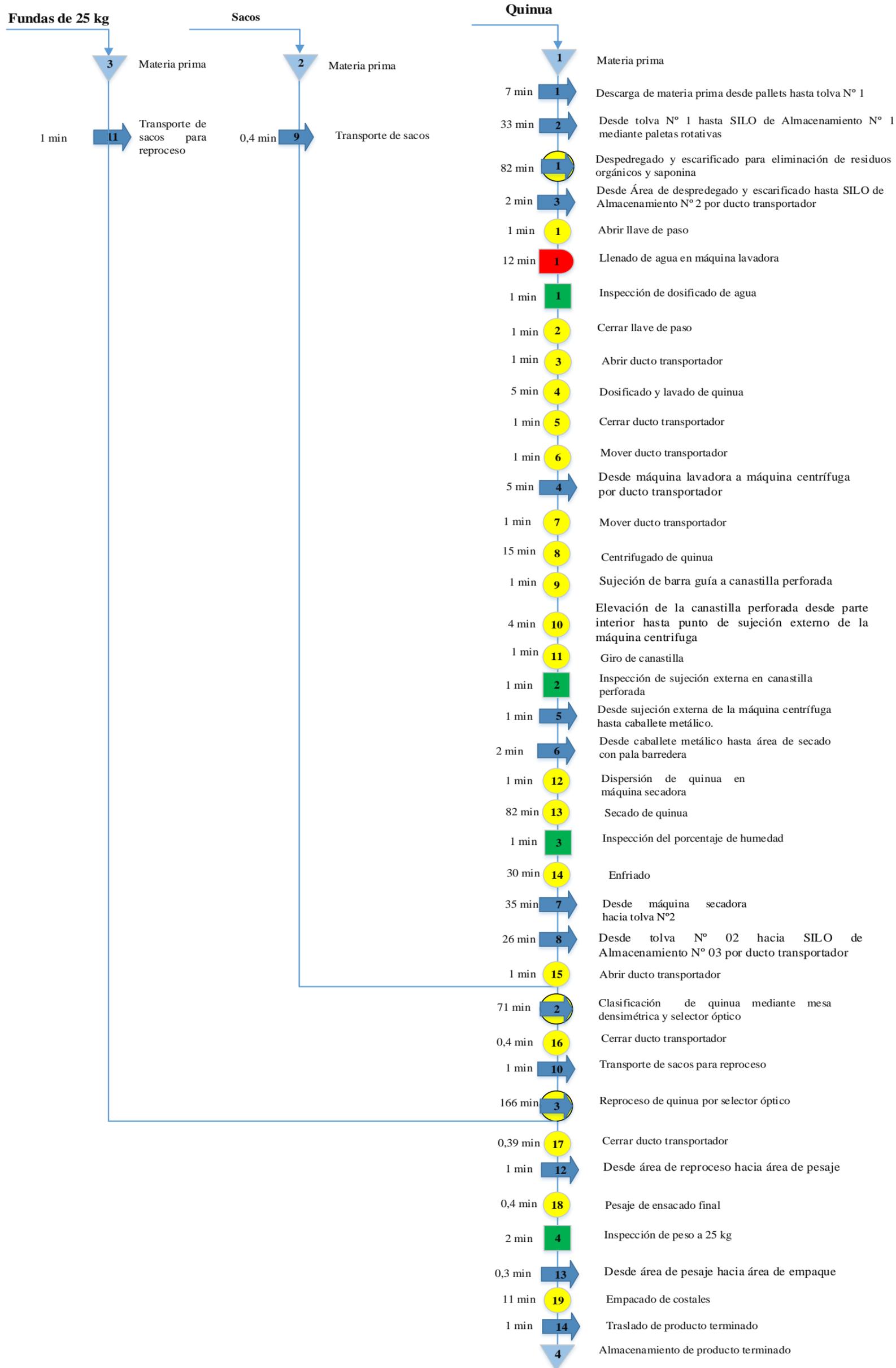


Figura 15-3. Diagrama de flujo de proceso actual de producción de quinua

Realizado por: Lorena Cauja

### 3.12.2.1 Resumen de actividades del diagrama de flujo

A continuación se presenta el resumen del diagrama de flujo de las actividades dentro del proceso de producción obteniendo un total de 47 actividades y un tiempo total de ciclo de 607 minutos.

**Tabla 11-3:** Resumen producción de quinua, método actual.

RESUMEN				
Actividad	Símbolo	Cantidad	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)
Operación		19		155
Transporte		14	71,9	116
Demora		1		12
Inspección		4		5
Almacenaje		4		
Combinada		3	17,60	319
<b>TOTAL:</b>		47	89,5	607 minutos 10,07 horas

Realizado por: Lorena Cauja

### 3.12.3 Diagrama de recorrido actual del producto.

Este diagrama permite identificar de mejor manera el diagrama de flujo del proceso y el diagrama de análisis tipo material ya que es la representación del seguimiento a la materia prima durante su procesamiento por los diversos puestos de trabajo y maquinarias empleadas para la obtención de la quinua procesada.

El proceso inicia en la bodega de materia prima 2 mediante el transporte de los costales desde el pallets hasta la tolva n1 por medio de los operadores, una vez que la materia prima fue depositada en la tolva esta es transportada mediante un sistema de paletas rotativas hasta el silo de almacenamiento n1, por medio de ductos diseñados en acero inoxidable el proceso continua hasta el área de despedregado y escarificado una vez realizado los dos procesos se transporta hasta el silo de almacenamiento n2 por medio de ductos diseñados en acero inoxidable, el proceso continua hasta el área de lavado y centrifugado siendo su medio de transporte ductos de acero inoxidable, para realizar el transporte hasta el área de secado se utiliza un puente grua el cual facilita su operación, al finalizar el secado la materia prima en proceso debe ser transportada hasta la tolva n2 mediante el sistema de succión pero al encontrarse descompuesto esto lo realizan los operarios por medio de un recipiente, mediante ductos de acero inoxidable la materia prima pasa hasta el silo de almacenamiento n3 de allí continúa hacia el área de clasificación y reproceso todo transportado mediante ductos, para finalizar el proceso la materia prima pasa hasta el area de

pesaje y empaque, concluida todas sus etapas los costales son trasladados hasta las bodegas de producto terminado.

Para una mejor comprensión del procedimiento a continuación se muestra el diagrama con el proceso que se detallo anteriormente.

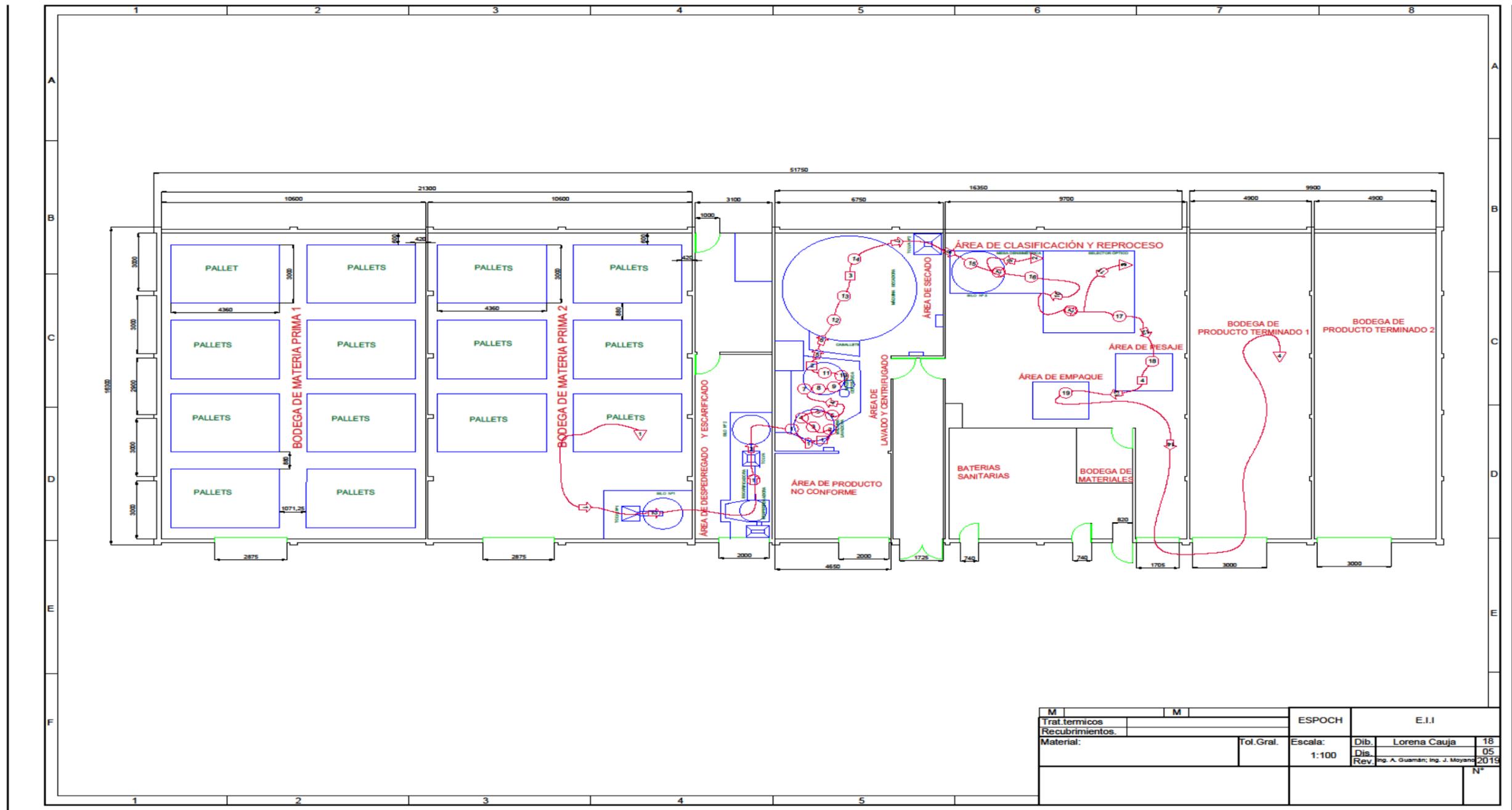


Figura 16-3. Diagrama de Recorrido actual

Realizado por: Lorena Cauja

### 3.12.4 Diagrama Hombre-Máquina.

El diagrama hombre máquina permite el análisis del porcentaje de utilización tanto de la maquinaria así como de la intervención del operario durante el proceso productivo, es por ello que en este apartado se determinó el porcentaje de trabajo de los operarios para verificar que tan factible es la contratación de seis operarios.

A continuación se representa la interacción de los operarios con respecto a la maquinaria en las diferentes áreas de trabajo.

#### 3.12.4.1 Diagrama Hombre-Máquina Tolva 1

**Tabla 12-3.** Análisis Diagrama Hombre-Máquina Tolva N1

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA						
EMPRESA 				HOJA 1 DE 1 HOJAS MÉTODO: ACTUAL		
DEPARTAMENTO : Producción				FECHA: 2019-04-18		
NOMBRE PRODUCTO : QUINUA				SUPERVISOR: Ing. Alvaro Rosero		
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Transporte de quinua				ÁREA: Bodega de materia prima 2		
NOMBRES DE LOS OPERARIOS: Andrés Rivera, Jhon Guamán				MAQUINARIAS: Tolva con paletas rotatorias		
El estudio inicia : Con el transporte de la materia prima				Elaborado por: Lorena Cauja		HOMBRE: X    Mujer :
				Operario 1: Andrés Rivera		Maquina 1: Tolva
				Operario 2: Jhon Guamán		
Tiempo	Operario 1		Máquina 1		Operario 2	
min	Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo
1	Descarga de materia prima	7	Inactiva	7	Descarga de materia prima	7
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8	Inactivo	33	Transporte desde la tolva hasta silo mediante paletas rotativas	33	Inactivo	33
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

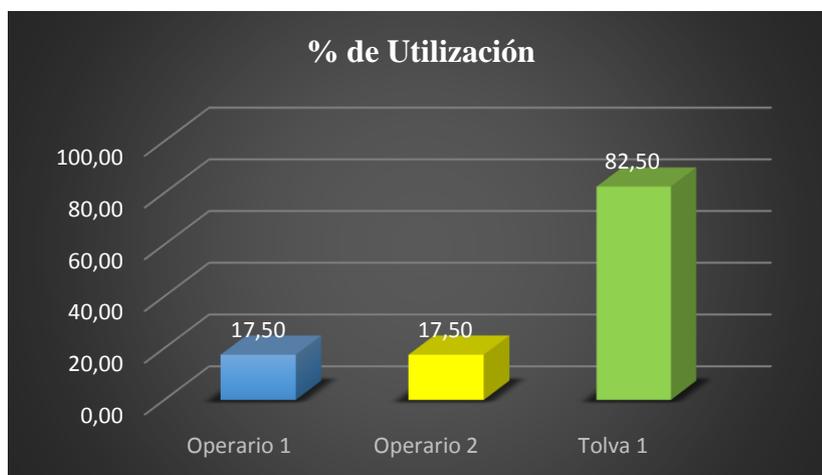
Realizado por: Lorena Cauja

En tabla 13-3 se muestra el resumen del diagrama hombre-máquina identificando el porcentaje de utilización para el operario y la máquina durante el tiempo ciclo.

**Tabla 13-3.** Resumen diagrama Hombre-Máquina Tolva N1

RESUMEN HOMBRE-MÁQUINA				
Tipo	Tiempos (minutos)			% Utilización
	Ciclo	Acción	Inactividad	
Operario 1	40	7	33	17,50
Operario 2	40	7	33	17,50
Tolva 1	40	33	7	82,50

Realizado por: Lorena Cauja



**Grafico 3-3.** Porcentaje de utilización del operario respecto a tolva 1

Realizado por: Lorena Cauja

Una vez que se realizó el diagrama hombre-máquina se pudo determinar los porcentajes de actividad tanto del operador como de la máquina obteniendo los siguientes resultados el tiempo ciclo en el área de bodega de materia prima es de 40 minutos, el porcentaje de utilización del operario 1 y operario 2 representa el 17,50%, en cuanto a la maquinaria representa el 82,50% por lo que la maquinaria es utilizada en mayor proporción y los operarios solo intervienen en cierto tiempo.

### 3.12.4.2 Diagrama Hombre-Máquina Lavadora

En la tabla 14-3 se muestra el diagrama hombre máquina analizado.

**Tabla 148-3.** Análisis Diagrama Hombre-Máquina Lavadora

DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA				
EMPRESA 		HOJA 1 DE 1 HOJAS MÉTODO: ACTUAL		
		FECHA: 2019-04-18		
DEPARTAMENTO: Producción		SUPERVISOR: Ing. Álvaro Rosero		
NOMBRE PRODUCTO: QUINUA		ÁREA: Lavado y centrifugado		
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Dosificado y lavado de quinua		MAQUINARIAS: Máquina Lavadora		
NOMBRES DE LOS OPERARIOS: Andrés Rivera		HOMBRE: X      Mujer :		
El estudio Inicia: con el paso del agua y termina con el cierre de la compuerta del SILO N° 01		Máquina 1: Lavadora		
Elaborado por: Lorena Cauja		Operario 1: Andrés Rivera		
Tiempo	Operario		Máquina 1	
Min	Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo
1	Abrir llave de paso	1	Inactividad	1
2	Inactivo	13	Llenado de agua en máquina lavadora	13
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14	Inspección de dosificado de agua	1	Inactiva	3
15	Cerrar llave de paso	1		
16	Abrir ducto transportador	1		
17	Inactivo	5	Dosificado y lavado de quinua	5
18				
19				
20				
21				
22				
23	Cerrar ducto transportador	1	Inactiva	1

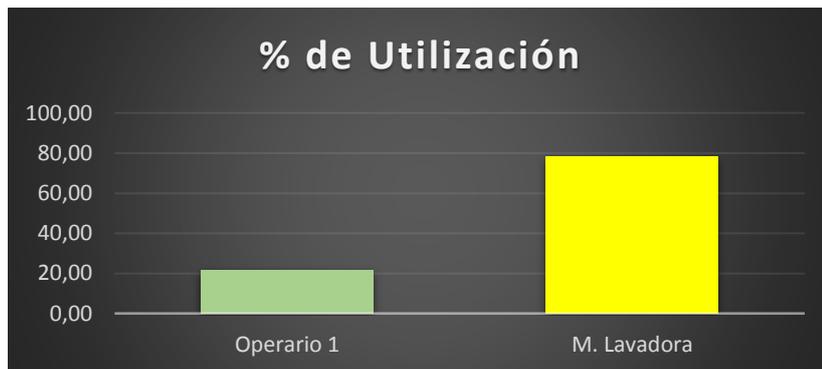
Realizado por: Lorena Cauja

En tabla 16-3 se muestra el resumen del diagrama hombre-máquina identificando el porcentaje de utilización para el operario y la máquina durante el tiempo ciclo.

**Tabla 15-3.** Resumen diagrama Hombre-Máquina Lavadora

RESUMEN HOMBRE-MÁQUINA				
Tipo	Tiempos (minutos)			% Utilización
	Ciclo	Acción	Inactividad	
Operario 1	23	5	18	21,74
M. Lavadora	23	18	5	78,26

Realizado por: Lorena Cauja



**Gráfico 4-3.** Porcentaje de utilización del operario respecto a máquina lavadora

Realizado por: Lorena Cauja

El tiempo ciclo en el área de lavado es de 23 minutos, el porcentaje de actividad del operario representa el 21,74% durante un tiempo de 5 minutos y el de la máquina lavadora el 78,26% por un tiempo de 18 minutos determinando que la maquinaria es utilizada en mayor proporción.

#### 3.12.4.3 Diagrama Hombre-Máquina Centrífuga

En la máquina centrífuga se da la intervención de dos operarios para la ejecución de la tarea. En la tabla 17-3 se muestra el diagrama hombre máquina obtenido:

**Tabla 16-3.** Análisis Diagrama Hombre-Máquina Centrífuga.

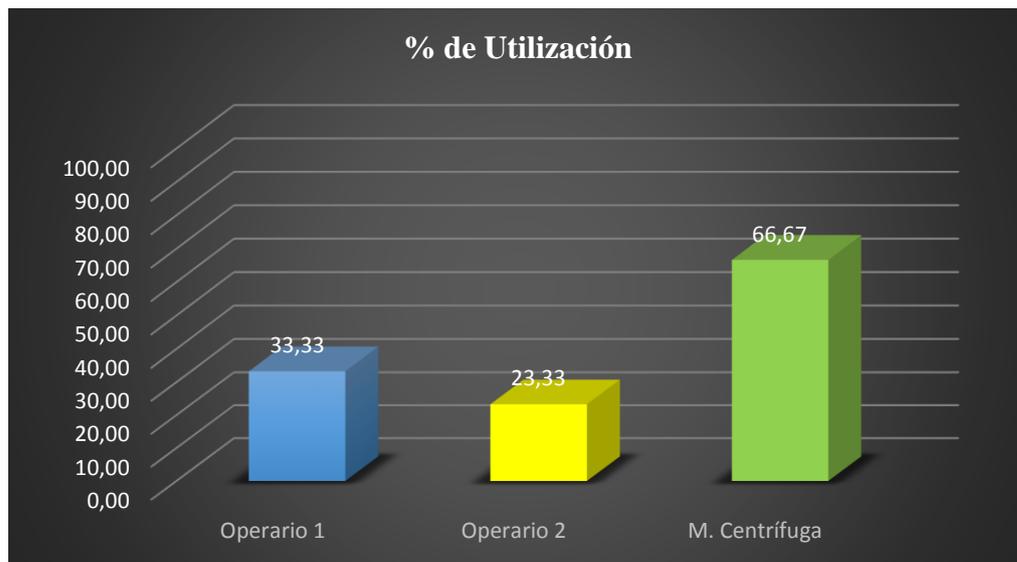
DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA						
EMPRESA			 HOJA 1 DE 1 HOJAS MÉTODO: ACTUAL FECHA: 2019-04-18			
DEPARTAMENTO: Producción			SUPERVISOR: Ing. Alvaro Rosero			
NOMBRE PRODUCTO: QUINUA			ÁREA: Lavado y centrifugado			
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Centrifugado de quinua			MAQUINARIAS: Máquina centrífuga			
NOMBRES DE LOS OPERARIOS: Andrés Rivera, Joel Estrada			HOMBRE: X    Mujer :			
El estudio Inicia : en la ubicación del ducto transportador y termina con la elevación de canastilla		Elaborado por: Lorena Cauja		Máquina 1: Centrífuga		
		Operario 1: Andrés Rivera		Operario 1: Joel Estrada		
Tiempo	Operario 1		Máquina 1		Operario 2	
min	Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo
1	Mover ducto transportador	1	Inactiva	1		
2	Inactivo	5	Desde máquina lavadora hasta máquina centrífuga por ducto transportador	5		
3						
4						
5						
6						
7	Mover ducto transportador	1	Inactiva	1		
8	Inactiva	15	Centrifugado de quinua	15	Inactivo	22
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23	Sujeción de barra guía a canastilla perforada	1	Inactiva	1	Sujeción de barra guía a canastilla perforada	1
24	Elevación de canastilla perforada desde máquina centrífuga hasta caballete metálico operado con puente grúa	4	Inactiva	4	Elevación de canastilla perforada desde máquina centrífuga hasta caballete metálico operado con puente grúa	4
25						
26						
27						
28	Giro de canastilla	1	Inactiva	1	Giro de canastilla	1
29	Inspección de sujeciones	1	Inactiva	1	Inspección de sujeciones	1
30	Desde sujeción externa hasta caballete etálico	1	Inactiva	1	Inactivo	1

Realizado por: Lorena Cauja

Del diagrama hombre-máquina centrífuga se han obtenido los siguientes resultados:

**Tabla 179-3:** Resumen diagrama Hombre-Máquina Centrífuga

RESUMEN HOMBRE-MÁQUINA				
Tipo	Tiempos (minutos)			% Utilización
	Ciclo	Acción	Inactividad	
Operario 1	30	10	8,667	33,33
Operario 2	30	7	13,33	23,33
M. Centrífuga	30	20	11,667	66,67



**Grafico 5-3.** Porcentaje de utilización del operario 1 y 2 respecto a máquina centrífuga

**Realizado por:** Lorena Cauja

El tiempo ciclo en el área de centrifugado es de un total de 30 minutos, el porcentaje de actividad del operario 1 representa el 33,33% equivalente a 10 minutos del tiempo ciclo, del operario 2 representa el 23,33% equivalente a 7 minutos del tiempo ciclo y de la máquina centrífuga el 66,67% equivalente a 20 minutos del tiempo ciclo por lo que la utilización de la maquinaria es mayor en relación a los dos operarios.

#### 3.12.4.4 Diagrama Hombre-Máquina Secadora.

En la máquina secadora durante la ejecución de la tarea intervienen dos operarios, cabe indicar que en este puesto de trabajo se dan tiempos mayores debido al tiempo que toma el secado de la quinua. En la tabla 18-3 se muestra el diagrama hombre máquina obtenido:

**Tabla 18-3.** Análisis Diagrama Hombre-Máquina Secadora

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA						
EMPRESA 			HOJA 1 DE 1 HOJAS MÉTODO: ACTUAL			
DEPARTAMENTO: Producción			FECHA: 2019-04-18			
NOMBRE PRODUCTO: QUINUA			SUPERVISOR: Ing. Alvaro Rosero			
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Centrifugado de quinua			ÁREA: Lavado y centrifugado			
NOMBRES DE LOS OPERARIOS: Andrés Rivera			MAQUINARIAS: Máquina centrífuga			
El estudio Inicia: con el encendido y termina con la descarga de quinua hacia tolva			Elaborado por: Lorena Cauja		HOMBRE: X Mujer :	
			Operario 1: Carlos Vargas		Máquina 1: Centrífuga	
			Operario 1: Carlos Vargas		Operario 1: Carlos Vargas	
Tiempo minutos	Operario 1	Tiempo	Operario 2	Tiempo	Máquina 1	Tiempo
Actividad			Actividad		Actividad	
1	Desde caballete metálico hasta área de secado	2	Desde caballete metálico hasta área de secado	2	Inactiva	2
2						
3	Dispersión de quinua en águina	1	Dispersión de quinua en águina	1	Inactiva	1
4						
5						
6						
7						
.....	Inactivo	27	Inactivo	27		
27						
28						
29						
30						
31						
32	Remover quinua	5	Remover quinua	5		
33						
34						
35						
36						
.....	Inactivo	13	Inactivo	13		
45						
46						
47						
48						
49						
50	Remover quinua	5	Remover quinua	5		
51						
52						
53						
54						
.....	Inactivo	11	Inactivo	12		
62						
63						
64						
65						
66	Remover quinua	5	Remover quinua	5		
67						
68						
69						
70						
71						
72						
.....	Inactivo	11	Inactivo	12		
77						
78						
79						
80						
81						
82	Remover quinua	5	Remover quinua	5		
83						
84						
85	Inspección del porcentaje de humedad	1	Inspección del porcentaje de humedad	1	Inactiva	1
86						
87						
88						
.....	Inactivo	30	Inactivo	30		
112						
113						
114						
115						
116						
117						
118						
119						
120	Transporte desde maquina secadora hacia tolva 2	35	Transporte desde maquina secadora hacia tolva 2	35	Inactiva	35
.....						
149						
150						
151						

Realizado por: Lorena Cauja

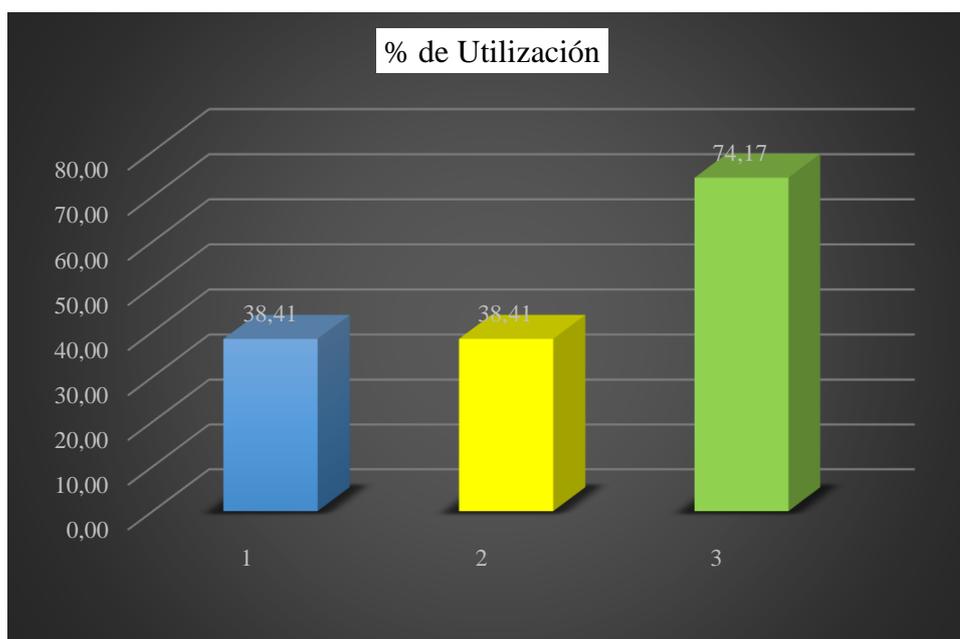
Se presentan los resultados obtenidos del diagrama hombre-máquina secadora:

**Tabla 19-3.** Resumen diagrama Hombre-Máquina Secadora

RESUMEN HOMBRE-MÁQUINA				
Tipo	Tiempos (minutos)			% Utilización
	Ciclo	Acción	Inactividad	
Operario 1	151	58	93	38,41
Operario 2	151	58	93	38,41
M. Secadora	151	112	39	74,17

Realizado por: Lorena Cauja

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el siguientes gráfico de barras:



**Gráfico 6-3.** Porcentaje de utilización del operario 1 y 2 respecto a la máquina secadora

Realizado por: Lorena Cauja

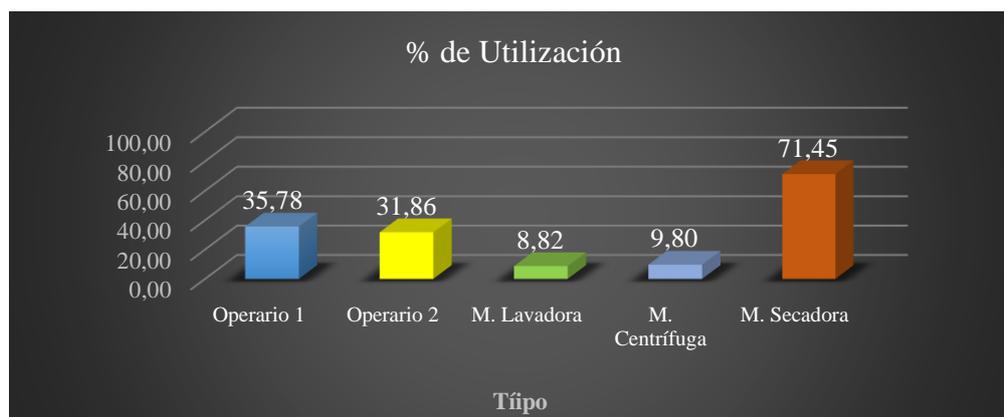
El tiempo ciclo en el área de centrifugado es de un total de 151 minutos, siendo un tiempo alto debido a las características de secado que debe cumplir el producto. El porcentaje de actividad del operario 1 representa el 38,41%, el operario 2 representa el 38,41% y de la máquina secadora el 74,17% porcentajes equivalentes a 58 minutos y 112 minutos respectivamente del tiempo ciclo, por lo que la utilización de la maquinaria es utilizada en mayor proporción que los operarios 1 y 2.

En el área de lavado, secado y centrifugado el tiempo ciclo representa la suma del procedimiento realizado en cada puesto de trabajo de la situación actual siendo este tiempo equivalente a 204 minutos. El porcentaje de utilización para los operarios y las máquinas se muestra a continuación:

**Tabla 20-3:** Resumen diagrama hombre con máquina lavadora, centrífuga y secadora

RESUMEN HOMBRE-MÁQUINA				
Tipo	Tiempos (minutos)			% Utilización
	Ciclo	Acción	Inactividad	
Operario 1	204	73	131	35,78
Operario 2	204	65	139	31,86
M. Lavadora	204	18	186	8,82
M. Centrífuga	204	20	184	9,80
M. Secadora	204	112	92	71,45

Realizado por: Lorena Cauja



**Gráfico 7-3.** Porcentaje de utilización operarios respecto a lavadora, centrífuga y secadora

Realizado por: Lorena Cauja

El tiempo ciclo corresponde a un total de 204 minutos. Los resultados obtenidos indican que el porcentaje de utilización del operario 1 representa el 35,78%, y del operario 2 el 31,86%, mientras que de las máquinas lavadora, centrífuga y secadora se obtuvo el 8,82%, 9,80% y el 71,45% respectivamente.

#### 3.12.4.5 Diagrama Hombre-Máquina Selector Óptico y Mesa Densimétrica .

En las máquinas de clasificación y reproceso durante la ejecución de la tarea intervienen dos operarios, cabe indicar que en estos puestos de trabajo se dan tiempos mayores debido al tiempo de reproceso de la materia prima. En la tabla 19-3 se muestra el diagrama hombre máquina obtenido:

**Tabla 21-3:** Análisis Diagrama Hombre-Máquina Mesa Densimétrica y Selector Óptico

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA									
EMPRESA 			HOJA 1 DE 1 HOJAS MÉTODO: ACTUAL						
DEPARTAMENTO: Producción			FECHA: 2019-04-18						
NOMBRE PRODUCTO: QUINUA			SUPERVISOR: Ing. Alvaro Rosero						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Eliminación de impurezas y			MAQUINARIAS: Mesa densimétrica y selector óptico						
NOMBRES DE LOS OPERARIOS: Andrés Rivera; Carlos			HOMBRE: X    Mujer :						
Elaborado por: Lorena			Máquina 1: Mesa densimétrica						
Operarios: Carlos V; J			Máquina 2: Selector óptico						
Tiempo min	Operario 1		Máquina 1		Operario 2		Máquina 2		
	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	
0	Abrir ducto transportador	1	Inactiva	1	Inactivo	1	Inactiva	1	
		40							
		60							
1	Transportar saco	0,4	Activa	71	Inactivo	9	Inactiva	76	
		40							
		60							
2	Inactivo	7,4	Activa	71	Inactivo	9	Inactiva	76	
									40
									60
7	Inactivo	7,4	Activa	71	Inactivo	9	Inactiva	76	
									40
									60
8	Inactivo	7,4	Activa	71	Inactivo	9	Inactiva	76	
									40
									60
9	Cerrar ducto transportador	0,4	Activa	71	Inactivo	9	Inactiva	76	
		40							
		60							
10	Inactivo	1	Activa	71	Inactivo	9	Inactiva	76	
									40
									60
11	Transportar saco	0,4	Activa	71	Inactivo	9	Inactiva	76	
		40							
		60							
12	Inactivo	7,4	Activa	71	Inactivo	9	Inactiva	76	
									40
									60
17	Inactivo	7,4	Activa	71	Inactivo	9	Inactiva	76	
									40
									60
18	Inactivo	7,4	Activa	71	Inactivo	9	Inactiva	76	
									40
									60
19	Cerrar ducto transportador	0,4	Activa	71	Inactivo	9	Inactiva	76	
		40							
		60							
20	Inactivo	1	Activa	71	Inactivo	9	Inactiva	76	
									40
									60
21	Transportar saco	0,4	Activa	71	Inactivo	9	Inactiva	76	
		40							
		60							
22	Inactivo	7,4	Activa	71	Inactivo	9	Inactiva	76	
									40
									60
27	Inactivo	7,4	Activa	71	Inactivo	9	Inactiva	76	
									40
									60
28	Inactivo	7,4	Activa	71	Inactivo	9	Inactiva	76	
									40
									60
29	Cerrar ducto transportador	0,4	Activa	71	Inactivo	9	Inactiva	76	
		40							
		60							

Realizado por: Lorena Cauja

**Tabla 22-3(Continua): Análisis Diagrama Hombre-Máquina M.Densimétrica,S.Óptico**

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA									
EMPRESA 			HOJA 1 DE 1 HOJAS MÉTODO: ACTUAL						
DEPARTAMENTO: Producción			FECHA: 2019-04-18						
NOMBRE PRODUCTO: QUINUA			SUPERVISOR: Ing. Alvaro Rosero						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Eliminación de impurezas y			ÁREA: Clasificación y reproceso						
NOMBRES DE LOS OPERARIOS: Andrés Rivera; Carlos			MAQUINARIAS: Mesa densimétrica y selector óptico						
El estudio Inicia: con el encendido de la máquina y termina con la clasificación de quinua			Elaborado por: Lorena		Máquina 1: Mesa densimétrica				
			Operarios: Carlos V; J		Máquina 2: Selector óptico				
Tiempo	Operario 1		Máquina 1		Operario 2		Máquina 2		
	min	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	
30	20	Inactivo	1			Transporte de sacos para reproceso	1		
	40								
	60								
31	20	Transportar saco	0,4						
	40								
	60								
32	20								
	40								
	60								
37	....	Inactivo	7,4			Inactivo	9		
	40								
	60								
38	20								
	40								
	60								
39	20	Cerrar ducto transportador	0,4						
	40								
	60								
40	20	Inactivo	1			Transporte de sacos para reproceso	1		
	40								
	60								
41	20	Transportar saco	0,4						
	40								
	60								
42	20			Activa					
	40								
	60								
47	...	Inactivo	7,4			Inactivo	9		
	40								
	60								
48	20								
	40								
	60								
49	20	Cerrar ducto transportador	0,4						
	40								
	60								
50	20	Inactivo	1			Transporte de sacos para reproceso	1		
	40								
	60								
51	20	Transportar saco	0,4						
	40								
	60								
52	20								
	40								
	60								
57	....	Inactivo	7,4			Inactivo	9		
	40								
	60								
58	20								
	40								
	60								
59	20	Cerrar ducto transportador	0,4						
	40								
	60								
60	20	Inactivo	1			Transporte de sacos para reproceso	1		
	40								
	60								

Realizado por: Lorena Cauja

**Tabla 23-3(Continua): Análisis Diagrama Hombre-Máquina M.Densimétrica,S.Óptico**

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA									
EMPRESA 			HOJA 1 DE 1 HOJAS MÉTODO: ACTUAL						
DEPARTAMENTO: Producción			FECHA: 2019-04-18						
NOMBRE PRODUCTO: QUINUA			SUPERVISOR: Ing. Alvaro Rosero						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Eliminación de impurezas y			ÁREA: Clasificación y reproceso						
NOMBRES DE LOS OPERARIOS: Andrés Rivera; Carlos			MAQUINARIAS: Mesa densimétrica y selector óptico						
El estudio inicia: con el encendido de la máquina y termina con la clasificación de quinua			HOMBRE: X    Mujer :						
			Elaborado por: Lorena		Máquina 1: Mesa densimétrica				
			Operarios: Carlos V; J		Máquina 2: Selector óptico				
Tiempo	Operario 1		Máquina 1		Operario 2		Máquina 2		
	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	
61	20	Transportar saco							
	40								0,4
	60								
62	20								
	40								
	60								
67	....	Inactivo						9	
	40								7,4
	60								
68	20								
	40								
	60								
69	20	Cerrar ducto transportador							
	40								0,4
	60								
70	20	Inactivo						1	
	40								1
	60								
71	20	Transporte de sacos							
	40								0,4
	60								
72	20	Inactivo						7,2	
	40								1,2
	60								
73	20	Transporte de sacos							
	40								0,4
	60								
74	20	Cerrar ducto transportador							
	40								0,4
	60								
74	20	Inactivo						1	
	40								1
	60								
75	20	Transporte de sacos							
	40								1
	60								
76	20								
	40								
	60								
80	....	Inactivo						6,2	
	40								4,4
	60								
81	20	Cerrar ducto transportador							
	40								0,4
	60								
82	20	Inactivo						1	
	40								1
	60								
83	20	Transporte de sacos							
	40								1
	60								
86	...	Inactivo						6,2	
	40								4,4
	60								
87	20								
	40								
	60								
88	20	Cerrar ducto transportador							
	40								0,4
	60								
89	20	Inactivo						1	
	40								1
	60								
90	20	Transporte de sacos						6,2	
	40								1
	60								

Realizado por: Lorena Cauja

**Tabla 24-3(Continua): Análisis Diagrama Hombre-Máquina M.Densimétrica,S.Óptico**

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA									
EMPRESA 				HOJA 1 DE 1 HOJAS MÉTODO: ACTUAL					
DEPARTAMENTO: Producción				FECHA: 2019-04-18					
NOMBRE PRODUCTO: QUINUA				SUPERVISOR: Ing. Alvaro Rosero					
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Eliminación de impurezas y				ÁREA: Clasificación y reproceso					
NOMBRES DE LOS OPERARIOS: Andrés Rivera; Carlos				MAQUINARIAS: Mesa densimétrica y selector óptico					
El estudio Inicia: con el encendido de la máquina y termina con la clasificación de quinua				Elaborado por: Lorena		Máquina 1: Mesa densimétrica			
				Operarios: Carlos V; J		Máquina 2: Selector óptico			
Tiempo min	Operario 1		Máquina 1		Operario 2		Máquina 2		
	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	
91	Inactivo	4,4	Inactiva	Inactiva	Inactivo	6,2	Activo	Inactiva	
20									
40									
94	Inactivo	4,4	Inactiva	Inactiva	Inactivo	6,2	Activo	Inactiva	
20									
40									
95	Cerrar ducto transportador	0,4	Inactiva	Inactiva	Inactivo	6,2	Activo	Inactiva	
20									
40									
96	Inactivo	1	Inactiva	Inactiva	Transporte de sacos para reproceso	1	Activo	Inactiva	
20									
40									
97	Transporte de sacos	1	Inactiva	Inactiva	Inactivo	6,2	Activo	Inactiva	
20									
40									
98	Inactivo	4,4	Inactiva	Inactiva	Inactivo	6,2	Activo	Inactiva	
20									
40									
101	Inactivo	4,4	Inactiva	Inactiva	Inactivo	6,2	Activo	Inactiva	
20									
40									
102	Cerrar ducto transportador	0,4	Inactiva	Inactiva	Inactivo	6,2	Activo	Inactiva	
20									
40									
103	Inactivo	1	Inactiva	Inactiva	Transporte de sacos para reproceso	1	Activo	Inactiva	
20									
40									
104	Transporte de sacos	1	Inactiva	Inactiva	Inactivo	6,2	Activo	Inactiva	
20									
40									
105	Inactivo	4,4	Inactiva	Inactiva	Inactivo	6,2	Activo	Inactiva	
20									
40									
108	Inactivo	4,4	Inactiva	Inactiva	Inactivo	6,2	Activo	Inactiva	
20									
40									
109	Cerrar ducto transportador	0,4	Inactiva	Inactiva	Inactivo	6,2	Activo	Inactiva	
20									
40									
110	Inactivo	1	Inactiva	Inactiva	Transporte de sacos para reproceso	1	Activo	Inactiva	
20									
40									
111	Transporte de sacos	1	Inactiva	Inactiva	Inactivo	6,2	Activo	Inactiva	
20									
40									
112	Inactivo	4,4	Inactiva	Inactiva	Inactivo	6,2	Activo	Inactiva	
20									
40									
113	Inactivo	4,4	Inactiva	Inactiva	Inactivo	6,2	Activo	Inactiva	
20									
40									
116	Cerrar ducto transportador	0,4	Inactiva	Inactiva	Inactivo	6,2	Activo	Inactiva	
20									
40									
117	Inactivo	1	Inactiva	Inactiva	Transporte de sacos para reproceso	1	Activo	Inactiva	
20									
40									
118	Transporte de sacos	1	Inactiva	Inactiva	Inactivo	6,2	Activo	Inactiva	
20									
40									
119	Inactivo	4,4	Inactiva	Inactiva	Inactivo	6,2	Activo	Inactiva	
20									
40									
120	Inactivo	4,4	Inactiva	Inactiva	Inactivo	6,2	Activo	Inactiva	
20									
40									
123	Inactivo	4,4	Inactiva	Inactiva	Inactivo	6,2	Activo	Inactiva	
20									
40									
124	Inactivo	4,4	Inactiva	Inactiva	Inactivo	6,2	Activo	Inactiva	
20									
40									

Realizado por: Lorena Cauja

**Tabla 25-3(Continua): Análisis Diagrama Hombre-Máquina M.Densimétrica,S.Óptico**

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA								
EMPRESA 			HOJA 1 DE 1 HOJAS MÉTODO: ACTUAL					
DEPARTAMENTO: Producción			FECHA: 2019-04-18					
NOMBRE PRODUCTO: QUINUA			SUPERVISOR: Ing. Alvaro Rosero					
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Eliminación de impurezas y			ÁREA: Clasificación y reproceso					
NOMBRES DE LOS OPERARIOS: Andrés Rivera; Carlos			MAQUINARIAS: Mesa densimétrica y selector óptico					
El estudio Inicia: con el encendido de la máquina y termina con la clasificación de quinoa			Elaborado por: Lorena		Máquina 1: Mesa densimétrica			
			Operarios: Carlos V; J		Máquina 2: Selector óptico			
Tiempo min	Operario 1		Máquina 1		Operario 2		Máquina 2	
	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga
125	20	Cerrar ducto transportador			Inactivo			
	40							
	60							
126	20	Inactivo			Transporte de sacos para reproceso	1		
	40							
	60							
127	20	Transporte de sacos						
	40							
	60							
128	20	Inactivo			Inactivo	6,2		
	40							
	60							
131	...	Inactivo			Inactivo	6,2		
	40							
	60							
132	20	Cerrar ducto transportador						
	40							
	60							
133	20	Inactivo			Transporte de sacos para reproceso	1		
	40							
	60							
134	20	Transporte de sacos						
	40							
	60							
135	20	Inactivo			Inactivo	6,2		
	40							
	60							
138	...	Inactivo			Inactivo	6,2		
	40							
	60							
139	20	Inactivo			Inactivo	6,2	Activo	
	40							
	60							
140	20	Cerrar ducto transportador						
	40							
	60							
141	20	Inactivo			Transporte de sacos para reproceso	1		
	40							
	60							
142	20	Transporte de sacos						
	40							
	60							
146	...	Inactivo			Inactivo	6,2		
	40							
	60							
147	20	Cerrar ducto transportador						
	40							
	60							
148	20	Inactivo			Transporte de sacos para reproceso	1		
	40							
	60							
149	20	Transporte de sacos						
	40							
	60							
150	20	Inactivo			Inactivo	6,2		
	40							
	60							
153	...	Inactivo			Inactivo	6,2		
	40							
	60							
154	20	Cerrar ducto transportador						
	40							
	60							

Realizado por: Lorena Cauja

Tabla 26-3(Continua): Análisis Diagrama Hombre-Máquina Densimétrica, S. Óptico

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA													
EMPRESA 			HOJA 1 DE 1 HOJAS MÉTODO: ACTUAL										
DEPARTAMENTO: Producción			FECHA: 2019-04-18										
NOMBRE PRODUCTO: QUINUA			SUPERVISOR: Ing. Alvaro Rosero										
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Eliminación de impurezas y			ÁREA: Clasificación y reproceso										
NOMBRES DE LOS OPERARIOS: Andrés Rivera; Carlos			MAQUINARIAS: Mesa densimétrica y selector óptico										
El estudio Inicia: con el encendido de la máquina y termina con la clasificación de quinua			Elaborado por: Lorena			HOMBRE: X Mujer :							
			Operarios: Carlos V; J			Máquina 1: Mesa densimétrica							
			Máquina 2: Selector óptico										
Tiempo	Operario 1		Maquina 1		Operario 2		Maquina 2						
	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga					
155	Inactivo	1			Transporte de sacos para reproceso	1							
									20				
									40				
156	Transporte de sacos	1											
									20				
									40				
157	Inactivo	4,4			Inactivo	6,2							
									20				
									40				
160	Inactivo	4,4			Inactivo	6,2							
									20				
									40				
161	Cerrar ducto transportador	0,4											
									20				
									40				
162	Inactivo	1			Transporte de sacos para reproceso	1							
									20				
									40				
163	Transporte de sacos	1											
									20				
									40				
164	Inactivo	4,4			Inactivo	6,2							
									20				
									40				
168	Inactivo	4,4			Inactivo	6,2							
									20				
									40				
169	Cerrar ducto transportador	0,4											
									20				
									40				
170	Inactivo	1			Transporte de sacos para reproceso	1							
									20				
									40				
171	Transporte de sacos	1											
									20				
									40				
172	Inactivo	4,4			Inactivo	6,2							
									20				
									40				
175	Inactivo	4,4			Inactivo	6,2							
									20				
									40				
176	Cerrar ducto transportador	0,4											
									20				
									40				
177	Inactivo	1			Transporte de sacos para reproceso	1							
									20				
									40				
178	Transporte de sacos	1											
									20				
									40				
179	Inactivo	4,4			Inactivo	6,2							
									20				
									40				
182	Inactivo	4,4			Inactivo	6,2							
									20				
									40				
183	Cerrar ducto transportador	0,4											
									20				
									40				
184	Inactivo	1			Transporte de sacos para reproceso	1							
									20				
									40				
185	Transporte de sacos	1											
									20				
									40				
186	Inactivo	4,4			Inactivo	6,2							
									20				
									40				
187	Inactivo	4,4			Inactivo	6,2							
									20				
									40				
190	Inactivo	4,4			Inactivo	6,2							
									20				
									40				

Realizado por: Lorena Cauja

**Tabla 27-3(Continua): Análisis Diagrama Hombre-Máquina Densimétrica, S. Óptico**

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA									
EMPRESA 			HOJA 1 DE 1 HOJAS MÉTODO: ACTUAL						
			FECHA: 2019-04-18						
DEPARTAMENTO: Producción			SUPERVISOR: Ing. Alvaro Rosero						
NOMBRE PRODUCTO: QUINUA			ÁREA: Clasificación y reproceso						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Eliminación de impurezas y			MAQUINARIAS: Mesa densimétrica y selector óptico						
NOMBRES DE LOS OPERARIOS: Andrés Rivera; Carlos			HOMBRE: X      Mujer :						
El estudio Inicia: con el encendido de la máquina y termina con la clasificación de quinua			Elaborado por: Lorena		Máquina 1: Mesa densimétrica				
			Operarios: Carlos V; J		Máquina 2: Selector óptico				
Tiempo	Operario 1		Máquina 1		Operario 2		Máquina 2		
	min	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga
191	20	Cerrar ducto transportador	0,4						
	40								
	60								
192	20	Inactivo	1			Transporte de sacos para reproceso	1		
	40								
	60								
193	20	Transporte de sacos	1						
	40								
	60								
194	20	Inactivo	4,4			Inactivo	6,2		
	40								
	60								
197	...	Inactivo	4,4			Inactivo	6,2		
	40								
	60								
198	20	Cerrar ducto transportador	0,4						
	40								
	60								
199	20	Inactivo	1			Transporte de sacos para reproceso	1		
	40								
	60								
200	20	Transporte de sacos	1						
	40								
	60								
201	20	Inactivo	4,4			Inactivo	6,2		
	40								
	60								
204	...	Inactivo	4,4			Inactivo	6,2		
	40								
	60								
205	20	Cerrar ducto transportador	0,4						
	40								
	60								
206	20	Inactivo	1			Transporte de sacos para reproceso	1		
	40								
	60								
207	20	Transporte de sacos	1						
	40								
	60								
208	20	Inactivo	4,4			Inactivo	6,2		
	40								
	60								
211	...	Inactivo	4,4			Inactivo	6,2		
	40								
	60								
212	20	Inactivo	4,4			Inactivo	6,2		
	40								
	60								
213	20	Cerrar ducto transportador	0,4						
	40								
	60								
214	20	Inactivo	1			Transporte de sacos para reproceso	1		
	40								
	60								
215	20	Transporte de sacos	1						
	40								
	60								
219	...	Inactivo	4,4			Inactivo	6,2		
	40								
	60								
220	20	Cerrar ducto transportador	0,4						
	40								
	60								

Realizado por: Lorena Cauja

**Tabla 28-3(Continua): Análisis Diagrama Hombre-Máquina Densimétrica, S. Óptico**

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA									
EMPRESA 				HOJA 1 DE 1 HOJAS MÉTODO: ACTUAL					
DEPARTAMENTO: Producción				FECHA: 2019-04-18					
NOMBRE PRODUCTO: QUINUA				SUPERVISOR: Ing. Alvaro Rosero					
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Eliminación de impurezas y				ÁREA: Clasificación y reproceso					
NOMBRES DE LOS OPERARIOS: Andrés Rivera; Carlos				MAQUINARIAS: Mesa densimétrica y selector óptico					
El estudio Inicia: con el encendido de la máquina y termina con la clasificación de quinua				Elaborado por: Lorena		HOMBRE: X Mujer :			
				Operarios: Carlos V; J		Máquina 1: Mesa densimétrica			
				Máquina 2: Selector óptico					
Tiempo	Operario 1			Máquina 1		Operario 2		Máquina 2	
	min	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga
221	20	Inactivo	1			Transporte de sacos para reproceso	1		
	40								
	60								
222	20	Transporte de sacos	1						
	40								
	60								
223	20	Inactivo	4,4			Inactivo	6,2		
	40								
	60								
226	...	Inactivo	4,4			Inactivo	6,2		
	40								
	60								
227	20	Inactivo	4,4			Inactivo	6,2		
	40								
	60								
228	20	Cerrar ducto transportador	0,4						
	40	Inactivo	1						
	60								
229	20	Transporte de sacos	1						
	40								
	60								
230	20	Inactivo	4,4			Inactivo	6,2		
	40								
	60								
234	...	Inactivo	4,4			Inactivo	6,2		
	40								
	60								
235	20	Cerrar ducto transportador	0,4						
	40	Inactivo	1						
	60								
236	20	Inactivo	1			Transporte de sacos para reproceso	1		
	40								
	60								
237	20	Inactivo	5,4						
	40								
	60								
240	...	Inactivo	5,4						
	40								
	60								
241	20	Transporte de sacos	1						
	40								
	60								
242	20	Cerrar ducto transportador	0,4						
	40								
	60								
243	20	Inactivo	1			Transporte de sacos para reproceso	1	Inactiva	1
	40								
	60								

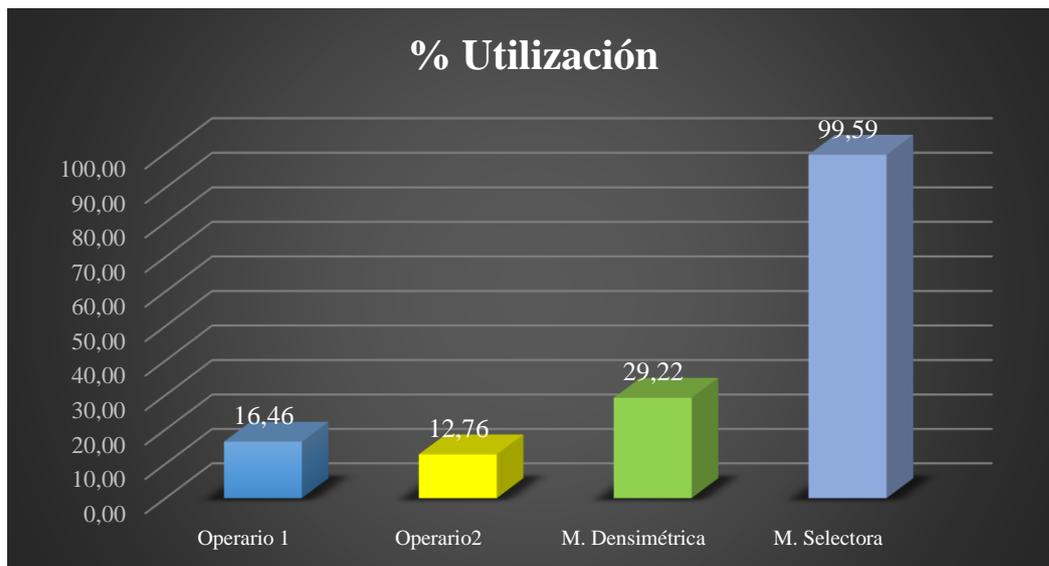
Realizado por: Lorena Cauja

Una vez realizado el análisis correspondiente se obtuvo los siguientes resultados.

**Tabla 29-3:** Resumen diagrama hombre con mesa densimetrica y selector óptico

RESUMEN HOMBRE-MÁQUINA				
Tipo	Tiempos (minutos)			% Utilización
	Ciclo	Acción	Inactividad	
Operario 1	243	40	203	16,46
Operario2	243	31	212	12,76
M. Densimétrica	243	71	171	29,22
M. Selectora	243	242	1	99,59

Realizado por: Lorena Cauja



**Grafico 8-3.** Porcentaje de utilización respecto a mesa densimetrica y selector óptico

Realizado por: Lorena Cauja

El tiempo ciclo corresponde a un total de 243 minutos. El porcentaje de utilización del operario 1 representa el 16,46%, el operarios 2 representa el 12,76%, la mesa densimétrica representa el 29,22% y de la máquina selectora el 99,59% porcentajes equivalentes a 40 minutos; 31 minutos; 71 minutos y 242 respectivamente del tiempo ciclo, evidenciando al ser un proceso semiautomatizado no se requiere de dos personas en el área de trabajo.

#### 3.12.4.6 Diagrama Hombre-Máquina; Bascula y Selladora

En la tabla 30-3 se muestra el diagrama hombre máquina analizado con la participación de dos operarios y dos máquinas.

**Tabla 30-3: Análisis Diagrama Hombre-Máquina; Bascula y Selladora**

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA									
EMPRESA 				HOJA 1 DE 1 HOJAS MÉTODO: ACTUAL					
				FECHA: 2019-04-18					
DEPARTAMENTO: Producción				SUPERVISOR: Ing. Alvaro Rosero					
NOMBRE PRODUCTO: QUINUA				ÁREA: Clasificación y reproceso					
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Peso, Inspeccion y empaque de producto terminado				MAQUINARIAS: Mesa densimétrica y selector óptico					
NOMBRES DE LOS OPERARIOS: Diego Ramirez y Dennys Sigcha				HOMBRE: X Mujer :					
El estudio Inicia: Peso del producto terminado				Elaborado por: Diego R; Dennys		Máquina 1: Bascula			
				Operarios: Carlos V; Joel E		Máquina 2: Selladora y cosedora			
Tiempo		Operario 1		Maquina 1		Operario 2		Maquina 2	
min	seg	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga
0	10	Pesaje ensacado final	0,4	Activa	0,4	Inactivo	0,4	Inactiva	0,4
	20								
	30								
	40								
	50								
1	10	Pesaje ensacado final	2	Activa	2	Inactivo	2	Inactivo	2
	20								
	30								
	40								
	50								
2	10	Desde área de empaque hacia área de pesaje	0,3	Inactiva	0,3	Inactivo	0,3	Inactiva	0,3
	20								
	30								
	40								
	50								
3	10	Inactivo	11	Inactiva	11	Empaque	11	Activo	11
	20								
	30								
	40								
	50								
13	10	Inactivo	1	Inactivo	1	Transporte de producto terminado	1	Inactivo	1
	20								
	30								
	40								
	50								
16	10								

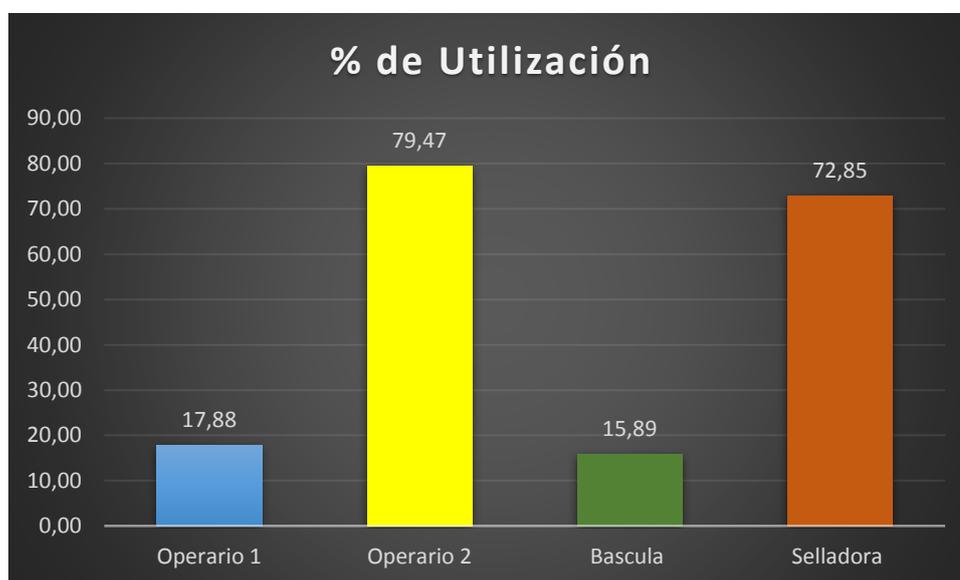
Realizado por: Lorena Cauja

Del diagrama hombre-máquina bascula y selladora se han obtenido los siguientes resultados:

**Tabla 31-3:** Resumen diagrama Hombre-Máquina bascula y selladora

RESUMEN HOMBRE-MÁQUINA				
Tipo	Tiempos (minutos)			% Utilización
	Ciclo	Acción	Inactividad	
Operario 1	15,1	2,7	12,4	17,88
Operario 2	15,1	12	3,1	79,47
Bascula	15,1	2,4	12,7	15,89
Selladora	15,1	11	4,1	72,85

Realizado por: Lorena Cauja



**Grafico 9-3.** Porcentaje de utilización operarios respecto a selladora y bascula

Realizado por: Lorena Cauja

El tiempo ciclo corresponde a un total de 15,10 minutos. El porcentaje de actividad del operario 1 representa el 17,88%, el operarios 2 representa el 79,47%, la bascula representa el 15,89% y de la máquina selladora el 72,85% porcentajes equivalentes a 2,7 minutos; 12 minutos; 2,4 minutos y 11 respectivamente del tiempo ciclo, evidenciando que al ser dos operadores encargados de estas áreas tienen un bajo porcentaje de actividad.

### 3.12.4.7 Resumen de tiempos de trabajo de los operarios

A continuacion se representa el porcentaje de utilización de los operarios dentro del tiempo ciclo en donde se evidencia el tiempo que el trabajador interactua con la máquina dentro del proceso.

**Tabla 3210-3:** Resumen tiempos de actividad de los operarios

<b>RESUMEN TIEMPOS</b>				
<b>Tipo</b>	<b>Tiempos (minutos)</b>			<b>% Utilización Operario</b>
	<b>Ciclo</b>	<b>Acción</b>	<b>Inactividad</b>	
Operario 1	607	80	527	13,2
Operario 2	607	72	535	11,9
Operario 3	607	40	567	6,6
Operario 4	607	31	576	5,1
Operario 5	607	2,7	604,3	0,4
Operario 6	607	12	595	2,0

Realizado por: Lorena Cauja

Una vez realizado el análisis correspondiente se puede demostrar que los operarios no tienen mucha interacción dentro del proceso esto se debe a que dentro del sistema en su mayoría las máquinas son semiautomatizadas y requieren poca intervención por parte de los operarios. Se evidencia que el operario 1 con un 13,2% dentro del tiempo ciclo es el que tiene mayor interacción, seguido del operario 2 con un 11,9%, el operario 3 con un 6,6%, operario 4 con un 5,1%, operario 5 con un 0,4% que es el que menor interacción tiene dentro del sistema y operario 6 con un 2%, concluyendo de esta forma que el porcentaje de actividad por parte de los operarios dentro del sistema es bien baja.

### **3.13 Análisis del valor agregado**

El análisis del valor agregado conocido como AVA es una de las metodologías que se utiliza para poder evaluar la eficiencia del proceso de producción, a continuación se procede a determinar el índice del valor agregado de la línea de producción.

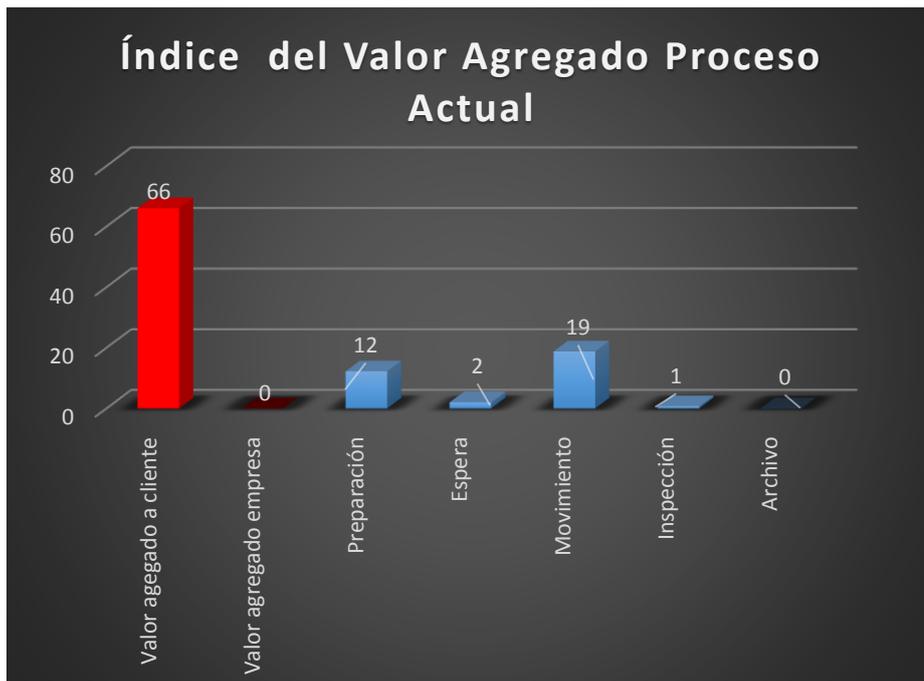
Para realizar el análisis correspondiente se procede a identificar las diferentes actividades como valor agregado al cliente, valor agregado empresa, preparación, espera, movimiento, inspección o archivo para posteriormente calcular el índice de valor agregado.

**Tabla 3311-3 : Analisis del valor agregado actual**

Análisis de valor agregado										
Nº	VAC	VE	P	E	M	I	A	Actividad	Tiempo	
1					X			Descarga de materia prima desde pallet hasta tolva N°1.	7	
2					X			Desde tolva N°1 hasta SILO de Almacenamiento N° 1 mediante paletas rotatorias.	33	
3	x							Despedregado y escarificado para eliminación de residuos orgánicos y saponina.	82	
4					X			Desde Área de despedregado y escarificado hasta SILO de Almacenamiento N° 2 por ducto transportador.	2	
5			X					Abrir llave de paso	1	
6				x				Llenado de agua en máquina lavadora.	12	
7						X		Inspección de dosificado de agua.	1	
8			X					Cerrar llave de paso	1	
9			X					Abrir ducto transportador	1	
10			x					Dosificado y lavado de quinua.	5	
11			X					Cerrar ducto transportador	1	
12			X					Mover ducto transportador	1	
13					X			Desde máquina lavadora a máquina centrífuga por ducto transportador.	5	
14			x					Mover ducto transportador	1	
15			x					Centrifugado de quinua.	15	
16			X					Sujeción de barra guía a canastilla perforada.	1	
17					X			Elevación de la canastilla perforada desde parte interior hasta punto de sujeción externo de la máquina centrífuga.	4	
18			X					Giro de canastilla perforada.	1	
19						x		Inspección de sujeciones externa en canastilla perforada.	1	
20					X			Desde sujeción externa de la máquina centrífuga hasta caballete metálico.	1	
21					X			Desde caballete metálico hasta Área de secado con pala barredera	2	
22			X					Dispersión de quinua en máquina secadora.	1	
23	x							Secado de quinua	82	
24						x		Inspección del porcentaje de humedad	1	
25			x					Enfriado	30	
26					X			Desde máquina secadora hacia tolva N°2.	35	
27					X			Desde tolva N°2 hacia SILO de Almacenamiento N°3 por ducto transportador.	26	
28			x					Abrir ducto transportador	1	
29	X							Clasificación de quinua mediante mesa densimétrica y selector óptico	71	
30					X			Transporte de sacos	0,4	
31			x					Cerrar ducto transportador	0,4	
32					X			Transporte de sacos para reproceso	1	
33	x							Reproceso de quinua por selector óptico	166	
34					X			Transporte de sacos de 25 kg	1	
35			x					Cerrar ducto transportador	0,4	
36					X			Desde área de reproceso hacia área de pesaje	1	
37			x					Pesaje de ensacado final	0,4	
38						x		Inspección de peso a 25.02 kg	2	
39					X			Desde área de pesaje hacia área de empaque	0,3	
40			x					Empacado de costales	11	
41					X			Traslado de producto terminado	1	
Tiempo Total									<b>0</b>	607

Composición de actividades		Método Actual		
		Nº	Tiempo	%
VAC	Valor agregado a cliente	4	401	66
VAE	Valor agregado empresa	0	0	0
P	Preparación	18	75	12
E	Espera	1	12	2
M	Movimiento	14	114	19
I	Inspección	4	5	1
A	Archivo	0	0	0
Total	Tiempo		607	100
TVA	Tiempo valor agregado	401		
IVA	Índice de valor agregado	66		

Realizado por: Lorena Cauja



**Grafico 10-3.** Valor agregado actual

**Realizado por:** Lorena Cauja

Una vez realizado el respectivo análisis se obtuvo un índice de valor agregado de 66% considerando que la mayor parte de las actividades tienen un valor agregado hacia el cliente, sin embargo, se tiene un 12% en preparación 2% en espera, 19% en movimiento, 1% en inspección, que son actividades que no agregan valor al proceso, por lo cual se debe eliminar si no reducir en lo posible.

### 3.14 Desarrollo del nuevo método

Después de haber analizado el sistema de producción en cada una de las diferentes áreas de trabajo, se propuso un nuevo diseño que se basa en desarrollar nuevas técnicas idóneas para poder obtener los resultados esperados. La propuesta está encaminada en las siguientes mejoras:

#### 3.14.1 Cambiar:

, dentro de la bodega de materia prima se elimina el medio de transporte mediante paletas rotativas debido al tiempo y a la contaminación que este provoca, siendo reemplazado por un sistema de succión que evita la contaminación.



**Figura 17-3.** Sistema de paletas rotativas

**Realizado por:** Lorena Cauja



**Figura 18-3.** Sistema de succión

**Realizado por:** Lorena Cauja

Al realizar el cambio del medio de transporte dentro del sistema de producción existe una reducción de tiempos como se puede observar en la tabla.

**Tabla 3412-3:** Tiempos de Operación

Medio de Transporte	
Tiempo en minutos	
Inicial	Actual
33	15

**Realizado por:** Lorena Cauja

La bascula permanece a una distancia de 2,20 metros cerca del área de empaque lo que dificulta el empaque del producto terminado, por lo que es necesario trasladarle hasta el área de clasificación y reproceso para realizar las debidas actividades de esa forma se elimina una distancia de 2,20 metros.



**Figura 19-3.** Bascula electrónica

**Realizado por:** Lorena Cauja



**Figura 20-3.** Clasificación de materia prima

Realizado por: Lorena Cauja

**Tabla 3513-3:** Distancia reducida

Área	
Distancia en metros	
Inicial	Actual
2,30	0

Realizado por: Lorena Cauja

### 3.14.2 Eliminar:

Se elimina la inspección de sujeciones externas de la canastilla; en la nueva línea de producción estas sujeciones externas deben estar sujetas a la línea del puente grúa para poder seguir con el proceso; con esta modificación se elimina un tiempo de 1 minuto.



**Figura 21-3.** Inspección de sujeciones

Realizado por: Lorena Cauja

### 3.14.3 Combinar Actividades:

Se elimina el tiempo de la inspección del porcentaje de humedad de 1 minuto, en la nueva línea de producción se realizara la inspección dentro del tiempo de secado de esta forma se disminuye el tiempo de producción.



**Figura 22-3.** Inspección del porcentaje de humedad

**Realizado por:** Lorena Cauja

### 3.14.4 Utilización de recursos disponibles (Maquinarias)

Como se detallo anteriormente las maquinarias utilizadas dentro del proceso tienen una capacidad de producción de 2 Ton/hora cuando trabajan al 100%, es por ello que para la nueva línea de producción se pretende utilizar el 50% de su capacidad, reduciendo de esta forma el tiempo de producción de un mínimo de 41 minutos y un máximo de 136 minutos.

**Tabla 3614-3:** Tiempos de Producción

Actividad	Tiempo Actual	Capacidad Pro	Tiempo Prod	Disminución
Despedregado	82 min	2 Ton/H	30	52 min
Escarificado	82 min	2 Ton/H	30	52 min
Lavado	5 min	1 Ton/5 min	5	-
Centrifugado	15 min	1 Ton/15 min	15	-
Secado	82 min	1 Ton/30 min	30	52 min
Clasificación	71 min	2 Ton/H	30	41 min
Reproceso	166 min	2 Ton/H	30	136 min

**Realizado por:** Lorena Cauja

### 3.14.5 Actividades Simultanea

Al trabajar simultaneamente el operador y la máquina permite que los tiempos de producción disminuyan, es por ello que para realizar el transporte desde el pallets hasta tolva n1, se realiza al mismo tiempo que el transporte mediante el sistema de succión hasta el silo n1.



**Figura 23-3.** Transporte del operador hasta tolva n1

Realizado por: Lorena Cauja



**Figura 24-3.** Transporte de la maquina hasta silo n1

Realizado por: Lorena Cauja

**Tabla 37-3:** Tiempos de Operación

Medio de Transporte	
Tiempo en minutos	
Actual	Propuesto
40	15

Realizado por: Lorena Cauja

El transporte desde la tolva n2 hasta el silo de almacenamiento n3 por ducto transportador se trabajara al mismo tiempo que el operador realiza el transporte desde la máquina secadora hacia la tolva n2.



**Figura 25-3.** Transporte del operador hasta tolva N2

Realizado por: Lorena Cauja



**Figura 26-3.** Transporte de la máquina hasta Silo N2

Realizado por: Lorena Cauja

**Tabla 3815-3:** Tiempos de Operación 2

Medio de Transporte	
Tiempo en minutos	
Actual	Propuesto
40	15

Realizado por: Lorena Cauja

Los tiempos de las siguientes actividades como abrir llave de paso, llenado de agua en máquina lavadora, inspección de dosificado de agua y cerrar llave de paso, se eliminan, al ser un proceso en línea ocasiona que el tiempo de producción aumente, es por ello que se realizará al mismo tiempo que el despedregado y escarificado al ser operaciones simultáneas el tiempo de actividad no se tomará en cuenta, de esta forma se logra eliminar 15 minutos

Para las actividades como transporte de sacos de 25 kg, cerrar ducto transportador, pesaje de ensacado final, desde área de pesaje hacia área de empaque, empaclado de costales y traslado de

producto terminado; se trabajara simultaneamente es decir al mismo tiempo que se realiza el reproceso de la quinua por selector optico.



**Figura 27-3.** Reproceso de matría prima

Realizado por: Lorena Cauja



**Figura 28-3.** Control del producto terminado

Realizado por: Lorena Cauja

**Tabla 3916-3:** Tiempos de Operación 3

Medio de Transporte	
Tiempo en minutos	
Actual	Propuesto
183	30

Realizado por: Lorena Cauja

### **3.15 Estudio de tiempos con la nueva propuesta de optimización**

Este análisis es desarrollo de acuerdo a los elementos que conforman cada estación de trabajo, con los tiempos que no pudieron ser eliminados y tiempos que se lograron reducir en lo posible, obteniendo una disminución significativa en los tiempos de producción.

#### ***3.15.1 Tiempo estándar propuesto***

A continuación se procede a calcular el tiempo estándar con la nueva propuesta de optimización del proceso una vez eliminado, cambiado, combinado y utilizado los recursos disponibles del sistema de producción en el reproceso de la quinua.

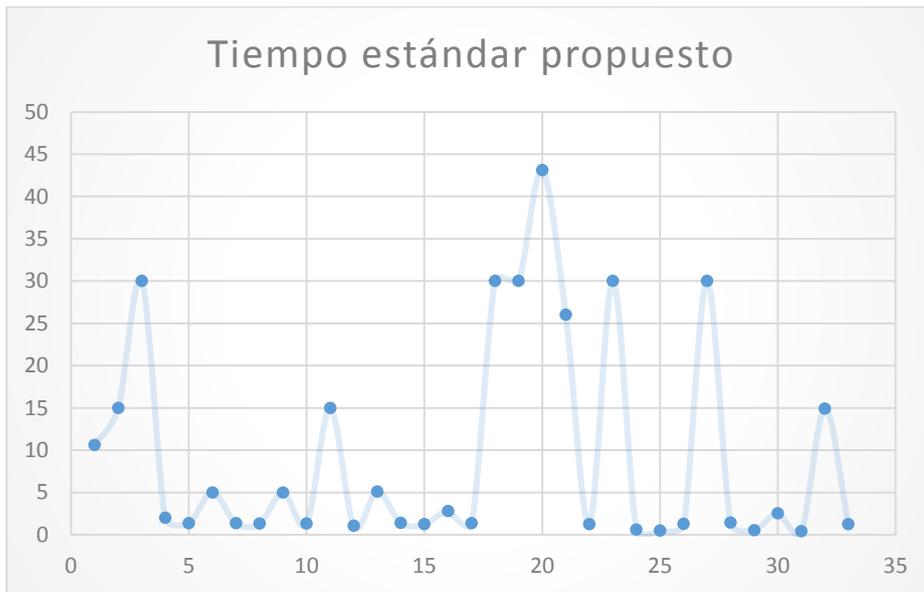
**Tabla 40-3 :** Registro del tiempo estándar método propuesto

ESTUDIO DEL TIEMPO ESTÁNDAR						
	Actividad	Tiempo (min)	F.V	Suplementos	Tiempo Normal	Tiempo Estándar
1	Descarga de materia prima desde pallet hasta tolva N°1.	7	1,22	0,24	9	11
2	Desde tolva N°1 hasta SILO de Almacenamiento N° 1 mediante paletas rotatorias.	15	1	0	15	15
3	Despedregado y escarificado para eliminación de residuos orgánicos y saponina.	30	1	0	30	30
4	Desde Área de despedregado y escarificado hasta SILO de Almacenamiento N° 2 por ducto transportador.	2	1	0	2	2
5	Abrir ducto transportador	1	1,23	0,11	1,23	1
6	Dosificado y lavado de quinua.	5	1	0	5	5
7	Cerrar ducto transportador	1	1,23	0,11	1,23	1
8	Mover ducto transportador	1	1,18	0,11	1,18	1
9	Desde máquina lavadora a máquina centrífuga por ducto transportador.	5	1	0	5	5
10	Mover ducto transportador	1	1,18	0,11	1,18	1
11	Centrifugado de quinua.	15	1	0	15	15
12	Sujeción de barra guía a canastilla perforada.	1	0,95	0,11	0,95	1
13	Elevación de la canastilla perforada desde parte interior hasta punto de sujeción externo de la máquina centrífuga.	4	1,15	0,11	4,6	5
14	Giro de canastilla perforada.	1	1,11	0,24	1,11	1
15	Desde sujeción externa de la máquina centrífuga hasta caballete metálico.	1	1,12	0,11	1,12	1
16	Desde caballete metálico hasta Área de secado con pala barredera	2	1,26	0,11	2,52	3
17	Dispersión de quinua en máquina secadora.	1	1,21	0,11	1,21	1
18	Secado e inspección de quinua	30	1	0	30	30
19	Enfriado	30	1	0	30	30
20	Desde máquina secadora hacia tolva N°2.	35	1,09	0,13	38,15	43
21	Desde tolva N°2 hacia SILO de Almacenamiento N°3 por ducto transportador.	26	1	0	26	26
22	Abrir ducto transportador	1	1,11	0,11	1,11	1
23	Clasificación de quinua mediante mesa densimétrica y selector óptico	30	1	0	30	30
24	Transporte de sacos	0,4	1,18	0,24	0,472	1
25	Cerrar ducto transportador	0,4	1,11	0,11	0,444	0,5
26	Transporte de sacos para reproceso	1	1,03	0,24	1,03	1
27	Reproceso de quinua por selector óptico	30	1	0	30	30
28	Transporte de sacos de 25 kg.	1	1,14	0,24	1,14	1
29	Cerrar ducto transportador	0,4	1,17	0,11	0,468	1
30	Peso e inspección de ensacado final	2	1,14	0,11	2,28	3
31	Desde área de reproceso hacia área de empaque	0,3	1,08	0,24	0,324	0
32	Empacado de costales	11	1,22	0,11	13,42	15
33	Traslado de producto terminado	1	1,11	0,11	1,11	1
	Tiempo Total					257

Realizado por: Lorena Cauja

Se debe mencionar que las actividades resaltadas de color café representan actividades simultáneas, es decir se realizan en el mismo tiempo que las actividades que se encuentran resaltadas de color verde, tomando en cuenta el tiempo mayor; en el primer caso del tiempo 1 que es de 11 minutos y el tiempo 2 que es de 15 minutos se estima el tiempo número 2 que es de 15 minutos y así para el resto de actividades.

### 3.15.2 Representación del tiempo estándar propuesto

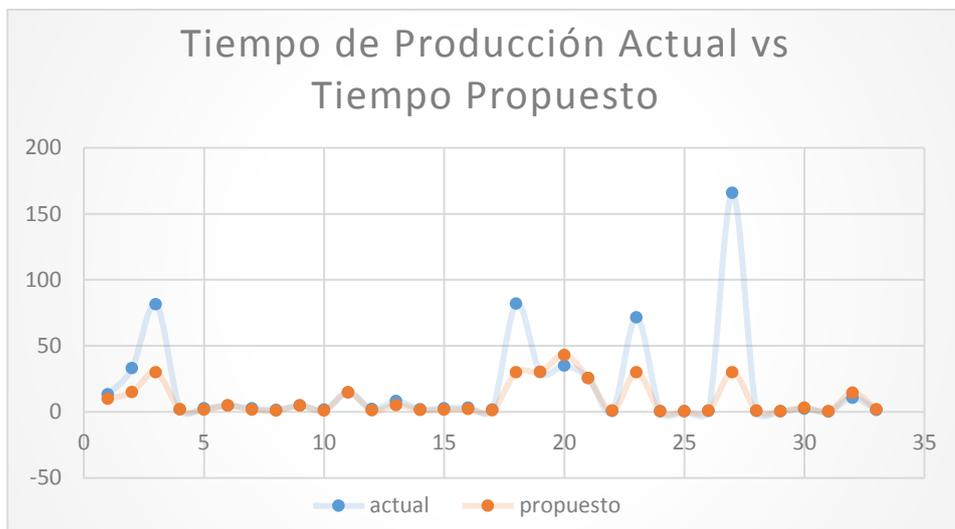


**Gráfico 11-4.** Tiempo estándar propuesto

Realizado por: Lorena Cauja

Una vez determinado el tiempo estándar del proceso de producción propuesto se procede a representar mediante una grafica de lineas para poder visualizar el comportamiento de las diferentes actividades.

### 4.15.3 Tiempo de producción actual vs tiempo propuesto



**Gráfico 12-4.** Tiempo de producción actual vs tiempo propuesto

Realizado por: Lorena Cauja

Como se puede observar, aplicando la optimizacion propuesta se obtuvo un tiempo total de producción de 257 minutos (4,17 horas), con el método actual el tiempo de producción es de

607 minutos (10,07 horas), al analizar los dos metodos de producción existe una optimización considerable de 350 minutos(5,50 horas).

### 3.15.4 Diagrama de análisis del proceso tipo material propuesto

Al eliminar las operaciones innecesarias, demoras y distancias, disminuye el tiempo de producción y aumenta la productividad. A continuación se representa el diagrama de análisis de procesos el cual representa de mejor manera las actividades que se realizan dentro del proceso de producción, aprovechando la capacidad de sus maquinarias; se indica el tiempo en minutos y las distancias de desplazamiento en metros del material.

**Tabla 4117-3 :** Diagrama de análisis de procesos

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO TIPO MATERIAL									
<b>Empresa :</b> 		<b>Actividad:</b> El proceso inicia en la bodega de materia prima y finaliza en la bodega de producto terminado.		<b>Estudio N° 1</b>	<b>Hoja N°1</b>				
<b>Departamento:</b> Producción		<b>Producto:</b> Quinua	<b>Analista:</b> Lorena Cauja	<b>Plano N°:</b>	<b>Método Propuesto</b>				
<b>Símbolos</b>		<b>N° Actividad</b>	<b>Distancia (metros)</b>	<b>Tiempo (minutos)</b>	<b>Descripción del Proceso</b>				
○	→	□	▽	⊕	□	1			Almacenamiento de materia prima.
○	→	□	▽	⊕	□	1	9	10	Descarga de materia prima desde pallet hasta tolva N°1.
○	→	□	▽	⊕	□	2	6	15	Desde tolva N°1 hasta SILO de Almacenamiento N° 1 mediante paletas rotatorias.
○	→	□	▽	⊕	□	1	2	30	Despedregado y escarificado para eliminación de residuos orgánicos y saponina.
○	→	□	▽	⊕	□	3	5	2	Desde Área de despedregado y escarificado hasta SILO de Almacenamiento N° 2 por ducto transportador.
●	→	□	▽	⊕	□	1		2	Abrir ducto transportador
●	→	□	▽	⊕	□	2		5	Dosificado y lavado de quinua.
●	→	□	▽	⊕	□	3		2	Cerrar ducto transportador
●	→	□	▽	⊕	□	4		1	Mover ducto transportador
○	→	□	▽	⊕	□	4	3,80	5	Desde máquina lavadora a máquina centrífuga por ducto transportador.
●	→	□	▽	⊕	□	5		1	Mover ducto transportador
●	→	□	▽	⊕	□	6		15	Centrifugado de quinua.
●	→	□	▽	⊕	□	7		1	Sujeción de barra guía a canastilla perforada.
●	→	□	▽	⊕	□	8		5	Elevación de la canastilla perforada desde parte interior hasta punto de sujeción externo de la máquina centrífuga.
●	→	□	▽	⊕	□	9		1	Giro de canastilla perforada.

○ → □ ▽ ⊕ □	5	1,50	2	Desde sujeción externa de la máquina centrífuga hasta caballete metálico.
○ → □ ▽ ⊕ □	6	0,90	2	Desde caballete metálico hasta Área de secado con pala barredora
● → □ ▽ ⊕ □	10		1	Dispersión de quinua en máquina secadora.
○ → □ ▽ ⊕ ●	1		30	Secado e inspección de quinua
● → □ ▽ ⊕ □	11		30	Enfriado
○ → □ ▽ ⊕ □	7	1	43	Desde máquina secadora hacia tolva N°2.
○ → □ ▽ ⊕ □	8	8	26	Desde tolva N°2 hacia SILO de Almacenamiento N°3 por ducto transportador.
● → □ ▽ ⊕ □	12		1	Abrir ducto transportador
○ → □ ▽ ● ⊕ □	2	10,50	30	Clasificación de quinua mediante mesa densimétrica y selector óptico
○ → □ ▽ ⊕ □	9	0,50	1	Transporte de sacos
● → □ ▽ ⊕ □	13		0,5	Cerrar ducto transportador
○ → □ ▽ ⊕ □	10	2,50	1	Transporte de sacos para reproceso
○ → □ ▽ ● ⊕ □	3	5,20	30	Reproceso de quinua por selector óptico
○ → □ ▽ ⊕ □	11	0,50	1	Transporte de sacos de 25 kg.
● → □ ▽ ⊕ □	14		1	Cerrar ducto transportador
○ → □ ▽ ⊕ ●	2		3	Peso e inspección de ensacado final
○ → □ ▽ ⊕ □	12	3	0,4	Desde área de reproceso hacia área de empaque
● → □ ▽ ⊕ □	15		14	Empacado de costales
○ → □ ▽ ⊕ □	13	28	2	Traslado de producto terminado
○ → □ ▽ ⊕ □				Almacenamiento de producto terminado.

Realizado por: Lorena Cauja

En la tabla siguiente se presenta el resumen del diagrama de análisis de procesos tipo material donde se especifica el número de actividades realizadas dentro del proceso, la distancia recorrida y el tiempo de producción para la obtención de 34 sacos de 25.02 kg producto de comercialización de la empresa MAQUITA.

Como se menciono anteriormente los tiempos resaltados de color café representan actividades simultaneas dentro del tiempo que se encuentra resaltado de color verde, de esta forma solo se considera el tiempo mayor.

**Tabla 42-3:** Cuadro de resumen producción de quinua, método propuesto

Actividad	Símbolo	Cantidad	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)
Operación		15		78,6
Transporte		13	69,6	110,4
Demora		0		
Almacenaje		2		
Combinada		3	17,70	90
Combinada		2		33
<b>TOTAL:</b>		35	87,3	257 minutos (4,17 horas)

Realizado por: Lorena Cauja

Como se puede observar, al aplicar la propuesta de optimización, se reduce notablemente el tiempo total de producción, la cual se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 4318-3:** Resumen comparativo de actividades

RESUMEN COMPARATIVO			
Actividad	Actual	Propuesto	Disminución (Ahorro)
Operación 	19	15	4
Transporte 	14	13	1
Demora 	1	0	1
Inspección 	4	0	4
Almacenaje 	2	2	0
Combinada 	3	3	0
Combinada 	0	2	2
<b>Total Actividades</b>	43	33	10
Tiempo (min)	607 minutos 10,07 horas	257 minutos (4,17 horas)	350 minutos 5,50 horas
Distancia (m)	89,5	87,4	2,20 m

Realizado por: Lorena Cauja

En la tabla se refleja una disminución significativa en el tiempo de producción dentro del reproceso de la quinua, ya que el tiempo actual es de 607 minutos y en nuestra propuesta

obtenemos un tiempo de 257 minutos disminuyendo un total de 350 minutos del tiempo de producción.

### ***3.15.5 Diagrama de flujo propuesto del proceso general***

A continuación se representa el diagrama de flujo propuesto en la línea de producción del reproceso quinua con las mejoras y optimizaciones correspondientes.

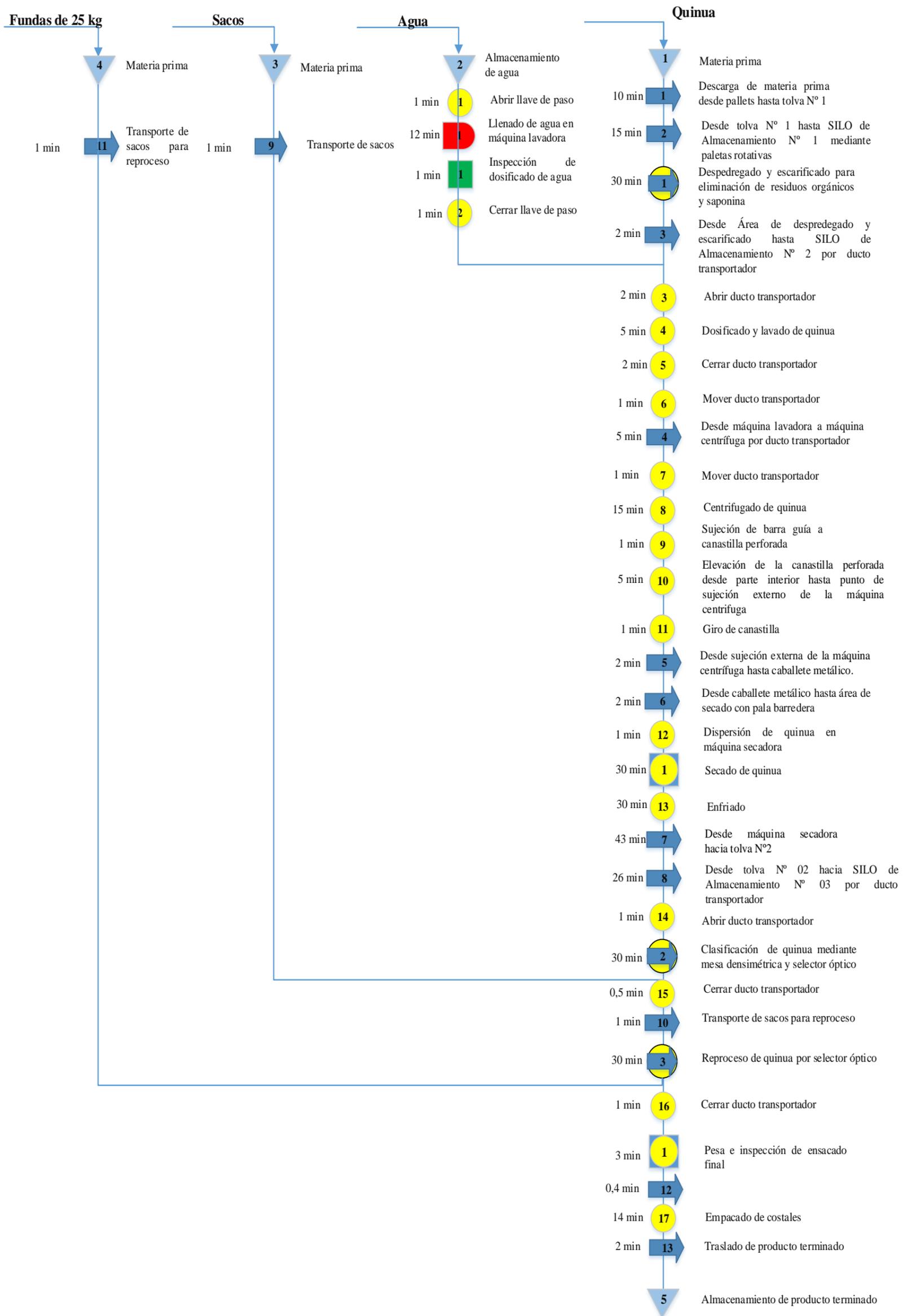


Figura 29-3. Diagrama de flujo propuesto

Realizado por: Lorena Cauja

### 3.15.5.1 Resumen de actividades del diagrama de flujo propuesto

A continuación se presenta el resumen del diagrama de flujo de las actividades dentro del proceso de producción propuesto obteniendo un total de 39 actividades y un tiempo total de ciclo de 257 minutos.

**Tabla 4419-3:** Resumen producción de quinua, método propuesto

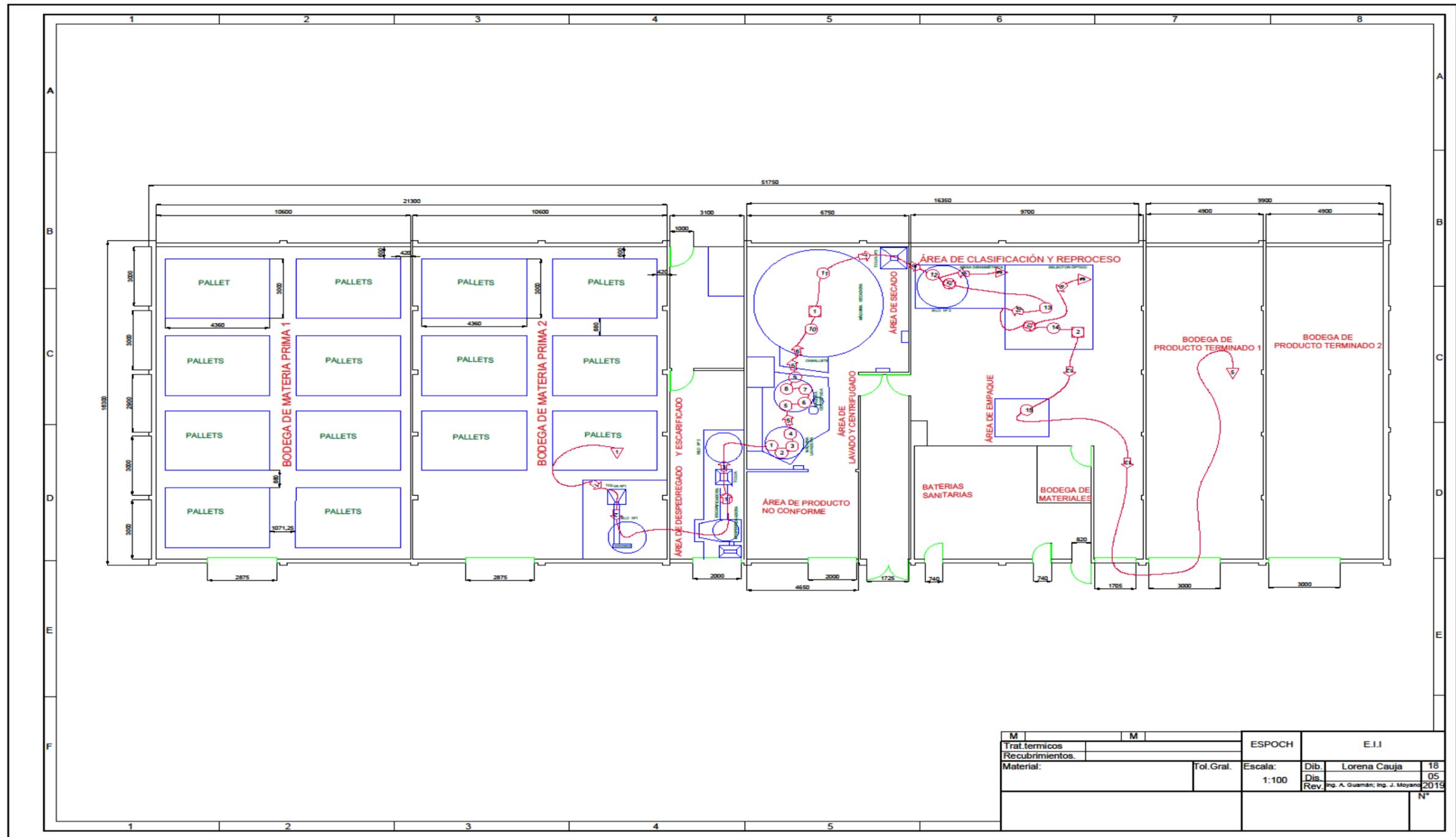
Actividad	Símbolo	Cantidad	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)
Operación		17		78,6
Transporte		13	69,6	110,4
Demora		0		
Almacenaje		4		
Combinada		3	17,70	90
Combinada		2		33
<b>TOTAL:</b>		39	87,3	257 minutos (4,17 horas)

Realizado por: Lorena Cauja

Concluyendo de esta forma que para la producción de 34 unidades de 25,02 kg se lo realiza en un tiempo de 4,17 horas, obteniendo una producción semanal de 325 unidades y 1300 unidades mensuales.

### 3.15.6 Diagrama de recorrido propuesto del producto.

A continuación se presenta el diagrama de recorrido del proceso de producción una vez realizado la optimización del sistema.



M	M	ESPOCH	E.I.I	
Trat. térmicos			Dib.	18
Recubrimientos.			Dis.	05
Material:	Tol. Gral.	Escala:	Rev.	2019
		1:100	Ing. A. Guzmán; Ing. J. Moyano	N°

Figura 30-3. Diagrama de recorrido propuesto

Realizado por: Lorena Cauja

### 3.15.7 Análisis de Valor Agregado propuesto

El siguiente cuadro representa el análisis de valor agregado propuesto donde se puede apreciar el cambio que existe en las actividades posterior a la propuesta.

**Tabla 4520-3:** Análisis de valor agregado propuesto

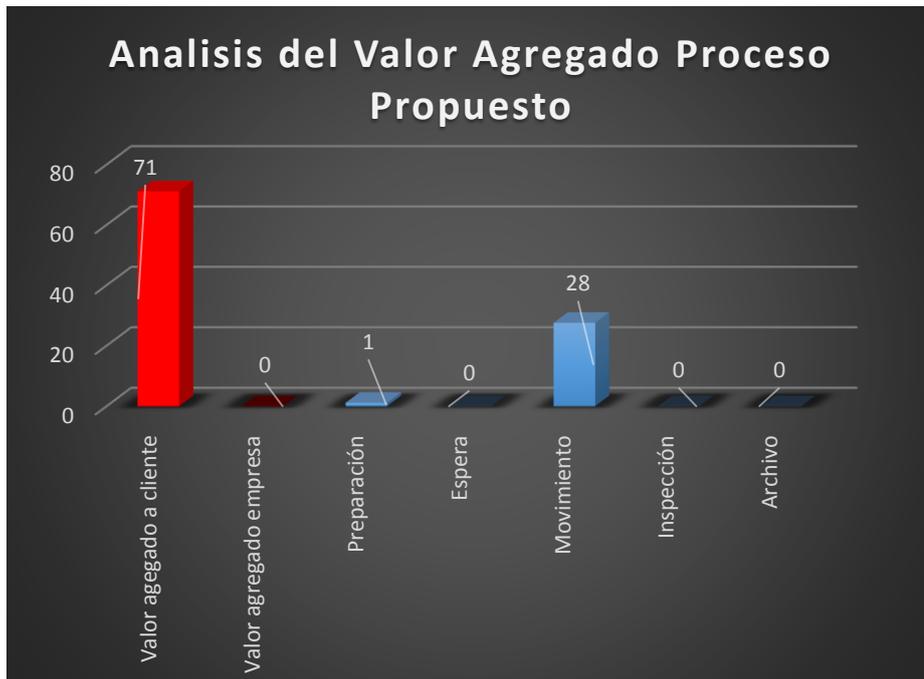
Análisis de valor agregado									
Nº	VAC	VE	P	E	M	I	A	Actividad	Tiempo
1					X			Descarga de materia prima desde pallet hasta tolva N°1.	11
2					X			Desde tolva N°1 hasta SILO de Almacenamiento N° 1 mediante paletas rotatorias.	15
3	x							Despedregado y escarificado para eliminación de residuos orgánicos y saponina.	30
4					X			Desde Área de despedregado y escarificado hasta SILO de Almacenamiento N° 2 por ducto transportador.	2
5			x					Abrir ducto transportador	1
6	x							Dosificado y lavado de quinua.	5
7	x							Cerrar ducto transportador	1
8	x							Mover ducto transportador	1
9					X			Desde máquina lavadora a máquina centrífuga por ducto transportador.	5
10	x							Mover ducto transportador	1
11	x							Centrifugado de quinua.	15
12	x							Sujeción de barra guía a canastilla perforada.	1
13	x							Elevación de la canastilla perforada desde parte interior hasta punto de sujeción externo de la máquina centrífuga.	5
14	x							Giro de canastilla perforada.	1
15					X			Desde sujeción externa de la máquina centrífuga hasta caballete metálico.	1
16					X			Desde caballete metálico hasta Área de secado con pala barredera	3
17	x							Dispersión de quinua en máquina secadora.	1
18	x							Secado e inspección de quinua	30
19	x							Enfriado	30
20					X			Desde máquina secadora hacia tolva N°2.	43
21					X			Desde tolva N°2 hacia SILO de Almacenamiento N°3 por ducto transportador.	26
22			x					Abrir ducto transportador	1
23	x							Clasificación de quinua mediante mesa densimétrica y selector óptico	30
24					X			Transporte de sacos	1
25			x					Cerrar ducto transportador	0
26					X			Transporte de sacos para reproceso	1
27	x							Reproceso de quinua por selector óptico	30
28					X			Transporte de sacos de 25 kg.	1
29			x					Cerrar ducto transportador	1
30			x					Pesaje de ensacado final	3
31					X			Desde área de pesaje hacia área de empaque	0
32			x					Empacado de costales	15
33					X			Traslado de producto terminado	1

Composición de actividades		Método Actual		
		Nº	Tiempo	%
VAC	Valor aegado a cliente	14	183	71
VAE	Valor agregado empresa	0	0	0
P	Preparación	6	3	1
E	Espera	0	0	0
M	Movimiento	13	71	28
I	Inspección	0	0	0
A	Archivo	0	0	0
Total	Tiempo		257	100
TVA	Tiempo valor agregado	183		
IVA	Índice de vaor agregado	71		

Realizado por: Lorena Cauja

A continuación se representa los porcentajes de valor agregado a cliente posterior a la propuesta, mediante la eliminación y reducción de tiempos dentro del proceso de producción.



**Grafico 13-4.** Valor agregado propuesto

**Realizado por:** Lorena Cauja

Luego de realizar la propuesta correspondiente se puede observar que el valor agregado para el cliente se incremento de 66% a 71%, concluyendo que el proceso de producción en el reproceso de la quinua ha mejorado.

### 3.15.8 Balance de Lineas

Un análisis de balance de líneas nos da a conocer el número de operadores necesarios para llevar a cabo un sistema de producción a un ritmo de trabajo establecido. Una vez determinado el tiempo estándar de cada una de las actividades se determinó el número de operadores necesarios para cada estación de trabajo.

Con las estaciones de trabajo establecidas y con la demanda propuesta de 65 unidades de 25,02 kg en una jornada de trabajo de 8 horas se procede a calcular el número de operadores necesarios.

#### 3.15.8.1 Calculo del número de operadores

Para iniciar se determina el índice de productividad:

$$IP = \frac{\text{Unidades a fabricar}}{\text{Tiempo disponible del operador}} = \frac{34 \text{ unidades}}{257 \text{ minutos}} = 0,13$$

Obteniendo como resultado un índice de productividad de 0,13.

Para determinar el número de operadores en cada estación de trabajo se tiene como datos; índice de productividad 0,13; el tiempo estándar por estación de trabajo calculada anteriormente y para obtener el valor de la eficiencia el analista es quien determina el porcentaje calificandolo con un 90%.

A continuación se presenta una tabla con cada una de las actividades en las diferentes áreas de trabajo, tiempos estándar, eficiencia e índice de productividad para proceder al calculo establecido.

**Tabla 4621-3:** Número de operarios requeridos

ESTUDIO DEL NÚMERO DE OPERADORES					
	Actividad	Tiempo Estándar	Índice de producción	Eficiencia	Número de operarios
1	Descarga de materia prima desde pallet hasta tolva N°1.	11	0,13	0,9	2
2	Desde tolva N°1 hasta SILO de Almacenamiento N° 1 mediante paletas rotatorias.	15	0,13	-	-
3	Despedregado y escarificado para eliminación de residuos orgánicos y saponina.	30	0,13	-	-
4	Desde Área de despedregado y escarificado hasta SILO de Almacenamiento N° 2 por ducto transportador.	2	0,13	-	-
5	Abrir ducto transportador	1	0,13	0,9	0
6	Dosificado y lavado de quinua.	5	0,13	-	-
7	Cerrar ducto transportador	1	0,13	0,9	0
8	Mover ducto transportador	1	0,13	0,9	0
9	Desde máquina lavadora a máquina centrífuga por ducto transportador.	5	0,13	-	-
10	Mover ducto transportador	1	0,13	0,9	0
11	Centrifugado de quinua.	15	0,13	-	-
12	Sujeción de barra guía a canastilla perforada.	1	0,13	0,9	0
13	Elevación de la canastilla perforada desde parte interior hasta punto de sujeción externo de la máquina centrífuga.	5	0,13	0,9	1
14	Giro de canastilla perforada.	1	0,13	0,9	0
15	Desde sujeción externa de la máquina centrífuga hasta caballete metálico.	1	0,13	0,9	0
16	Desde caballete metálico hasta Área de secado con pala barredera	3	0,13	0,9	0
17	Dispersión de quinua en máquina secadora.	1	0,13	0,9	0
18	Secado e inspección de quinua	30	0,13	-	-
19	Enfriado	30	0,13	-	-
20	Desde máquina secadora hacia tolva N°2.	43	0,13	0,9	2
21	Desde tolva N°2 hacia SILO de Almacenamiento N°3 por ducto transportador.	26	0,13	-	-
22	Abrir ducto transportador	1	0,13	0,9	0
23	Clasificación de quinua mediante mesa densimétrica y selector óptico	30	0,13	-	-
24	Transporte de sacos	1	0,13	0,9	0
25	Cerrar ducto transportador	0,5	0,13	0,9	0
26	Transporte de sacos para reproceso	1	0,13	0,9	0
27	Reproceso de quinua por selector óptico	30	0,13	-	-
28	Transporte de sacos de 25 kg.	1	0,13	0,9	0
29	Cerrar ducto transportador	1	0,13	0,9	0
30	Peso e inspección de ensacado final	3	0,13	0,9	0
31	Desde área de reproceso hacia área de empaque	0	0,13	0,9	0
32	Empacado de costales	15	0,13	0,9	2
33	Traslado de producto terminado	1	0,13	0,9	0
	Tiempo Total	257			

Realizado por: Lorena Cauja

Se debe mencionar que para determinar el número adecuado de operarios se tomo en cuenta unicamente las actividades donde interviene el operador mas no las actividades que son realizadas por las máquinas, obteniendo los resultados siguientes para cada área de trabajo.

Área 1: Bodega de materia prima 1; no necesita operarios.

Área 2: Bodega de materia prima 2; dos operarios

Área 3: Despedregado y escarificado; no necesita de operarios

Área 4: Lavado, centrifugado y secado; dos operarios

Área 5: Mesa densimétrica y selector óptico; no necesita de operarios

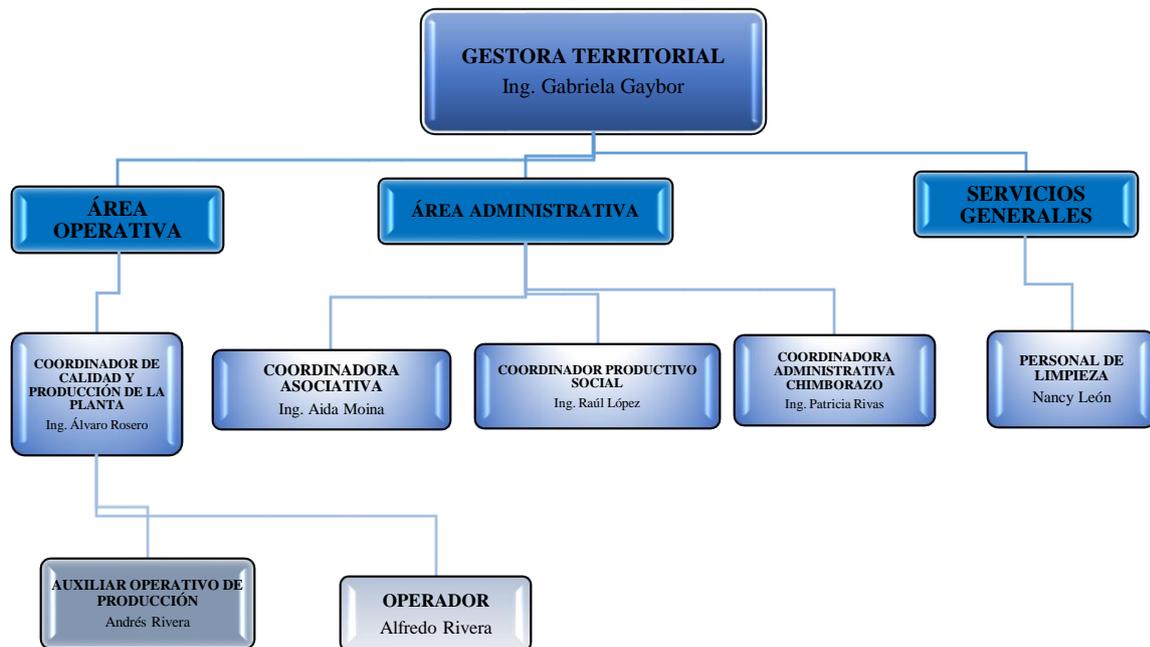
Área 6 y 7: Peso y empaque; dos operario

Obteniendo como resultado dos operadores por cada área de trabajo; también se debe mencionar que al realizar actividades simultáneas dentro del sistema es recomendable solo la participación de dos operarios para todo el sistema de producción obteniendo de esta forma un incremento en el porcentaje de actividad por parte de los operadores.

Dentro de la estructura organizacional se propone la reducción del personal operativo, como se determinó anteriormente la actuación de 6 operarios dentro de la línea de producción no es tan factible ya que mayor parte del tiempo el operario permanece inactivo debido a que el sistemas es semiautomatizado, es por ello que se se propone solo la contratación de 2 operarios para el departamento de producción de esta manera aumentara el tiempo de trabajo de los operarios.

Al contratar 2 operarios para el departamento de producción su estructura organizacional queda establecida de la siguiente manera.

### 3.15.9 Estructura Organizacional Propuesta



**Figura 314-3.** Estructura Organizacional Funcional de la Empresa MAQUITA propuesto

Fuente: MAQUITA

Una vez distribuidos los operarios dentro de las áreas de trabajo se procede a realizar los diagramas hombre-máquina dentro de cada estación de trabajo para determinar la interacción del operario con la máquina y realizar un análisis de porcentaje de los trabajadores con la nueva propuesta.

### 3.15.10 Diagrama Hombre-Máquina propuesto.

Se propone un diagrama hombre-máquina para el área de bodega de materia prima para determinar los porcentajes de interacción de los operarios con respecto a las máquinas.

**Tabla 4722-3:** Diagrama hombre-máquina tolva 1

DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA						
EMPRESA 				HOJA 1 DE 1 HOJAS MÉTODO: Propuesto		
FECHA: 2019-04-18						
DEPARTAMENTO: Producción				SUPERVISOR: Ing. Álvaro Rosero		
NOMBRE PRODUCTO: QUINUA				ÁREA: Bodega de materia prima 2		
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Transporte de quinua				MAQUINARIAS: Tolva con sistema de succión		
NOMBRES DE LOS OPERARIOS: Andrés Rivera, Alfredo Rivera				HOMBRE: X      Mujer :		
El estudio Inicia: en con el transporte de la materia prima			Elaborado por: Lorena Cauja		Máquina 1: Tolva	
			Operario 1: Andrés Rivera		Operario 2: Alfredo Rivera	
Tiempo min	Operario 1		Máquina 1		Operario 2	
	Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo
1	Descarga de materia primas desde pallets hasta tolva 1	7	Activa	15	Descarga de materia primas desde pallets hasta tolva 1	7
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8	Inactivo	4			Inactivo	4
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

Realizado por: Lorena Cauja

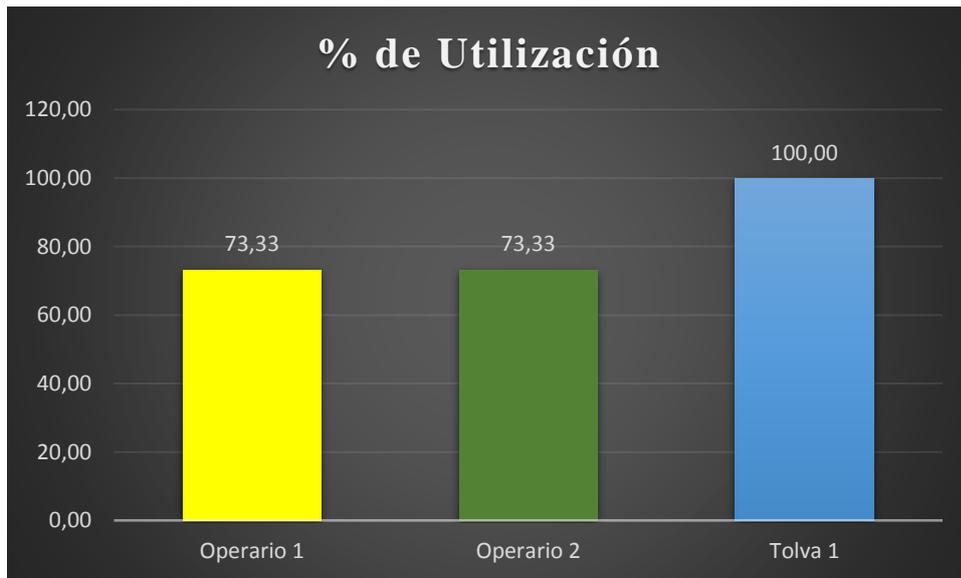
A continuación se presentan los resultados obtenidos del diagrama hombre-máquina dentro de la bodega de materia prima 1, la interacción de los operarios con respecto a la tolva 1.

**Tabla 48-3:** Resumen diagrama Hombre-Máquina tolva 1

RESUMEN HOMBRE-MÁQUINA					
Tipo	Tiempos (minutos)				% Utilización
	Ciclo	Acción	Inactividad		
Operario 1	15	11	4		73,33
Operario 2	15	11	4		73,33
Tolva 1	15	15	0		100,00

Realizado por: Lorena Cauja

En el siguiente grafico de barras se presentan los porcentajes de utilización de la maquina y de los operarios .



**Grafico 14-4.** Porcentaje de utilización operarios respecto a a la tolva 1

**Realizado por:** Lorena Cauja

El tiempo ciclo en el área de la tolva 1 es de 15 minutos, el porcentaje de actividad del operario 1 y 2 representa el 73,33%, y la tolva representa el 100% esto se debe a que se trabaja simultáneamente el operador y la máquina.

#### 3.15.10.1 Diagrama Hombre-Máquina Lavadora

En la tabla 49-3 se muestra el diagrama hombre máquina propuesto para la máquina lavadora.

**Tabla 4923-3: Análisis Diagrama Hombre-Máquina Lavadora**

DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA				
EMPRESA 		HOJA 1 DE 1 HOJAS MÉTODO: Propuesto		
		FECHA: 2019-04-18		
DEPARTAMENTO: Producción		SUPERVISOR: Ing. Álvaro Rosero		
NOMBRE PRODUCTO: QUINUA		ÁREA: Lavado y centrifugado		
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Dosificado y lavado de quinua		MAQUINARIAS: Máquina Lavadora		
NOMBRES DE LOS OPERARIOS: Andrés Rivera		HOMBRE: X    Mujer :		
El estudio Inicia: con el paso del agua y termina con el cierre de la compuerta del SILO N° 01		Máquina 1: Lavadora		
Elaborado por: Lorena Cauja		Operario 1: Andrés Rivera		
Tiempo min	Operario		Máquina 1	
	Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo
1	Abrir llave de paso	1	Inactividad	1
2	Inactivo	12	Llenado de agua en máquina lavadora	12
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14	Inspección de dosificado de agua	1	Inactiva	3
15	Cerrar llave de paso	1		
16	Abrir ducto transportador	1		
17	Inactivo	5	Dosificado y lavado de quinua	5
18				
19				
20				
21				
22				
23	Cerrar ducto transportador	1	Inactiva	1

**Realizado por:** Lorena Cauja

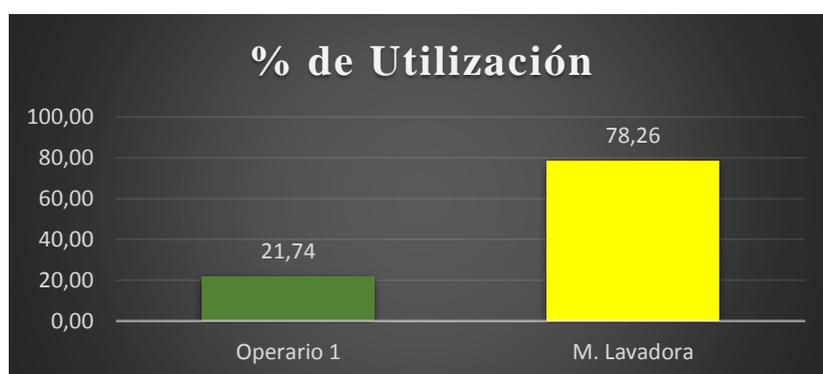
A continuación se presentan los resultados obtenidos del diagrama hombre-máquina con respecto a la máquina lavadora, los tiempos de acción y los tiempos que estos permanecen inactivos.

**Tabla 5024-3:** Resumen diagrama Hombre-Máquina Lavadora

RESUMEN HOMBRE-MÁQUINA				
Tipo	Tiempos (minutos)			% Utilización
	Ciclo	Acción	Inactividad	
Operario 1	23	5	18	21,74
M. Lavadora	23	18	5	78,26

Realizado por: Lorena Cauja

A continuación se presentan los porcentajes de utilización del operario y de la máquina respectivamente.



**Gráfico 15-4.** Porcentaje de utilización del operario 1 con respecto a la máquina lavadora

Realizado por: Lorena Cauja

El porcentaje de utilización en la máquina lavadora es de 78,26% correspondiente a 17 minutos de operación, el porcentaje de utilización del operario 1 representa el 21,74% correspondiente a 5 minutos, concluyendo que el tiempo de operación de la máquina es mayor que del operario pero existe un incremento en el porcentaje de actividad por parte del operario.

### 3.15.10.2 Diagrama Hombre-Máquina Centrifuga

En la tabla 51-3 se muestra el diagrama hombre máquina analizado con respecto a la máquina centrifuga.

**Tabla 5125-3: Análisis Diagrama Hombre-Máquina Centrifuga**

DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA						
EMPRESA					HOJA 1 DE 1 HOJAS MÉTODO: Propuesto	
FECHA: 2019-04-18						
DEPARTAMENTO: Producción			SUPERVISOR: Ing. Álvaro Rosero			
NOMBRE PRODUCTO: QUINUA			ÁREA: Lavado y centrifugado			
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Centrifugado de quinua			MAQUINARIAS: Máquina centrífuga			
NOMBRES DE LOS OPERARIOS: Andrés Rivera, Alfredo Rivera			HOMBRE: X      Mujer :			
El estudio Inicia: en la ubicación del ducto transportador y termina con la elevación de canastilla			Elaborado por: Lorena Cauja		Maquina 1: Centrifuga	
			Operario 1: Andrés Rivera		Operario 1: Alfredo Rivera	
Tiempo	Operario 1		Máquina 1		Operario 2	
min	Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo
1	Mover ducto transportador	1	Inactiva	1	Inactivo	1
2	Inactivo	5	Desde máquina lavadora hacia máquina centrífuga por ducto transportador	5	Inactivo	5
3						
4						
5						
6						
7	Mover ducto transportador	1	Inactiva	1	Inactivo	1
8	Centrifugado de quinua	15	Centrifugado de quinua	15	Centrifugado de quinua	15
.....						
21						
22						
23	Sujeción de barra guía	1	Inactiva	8	Sujeción de barra guía	1
24	Elevación de la canastilla	5			Elevación de la canastilla	5
25						
26						
27						
28						
29	Giro de canastilla	1			Giro de canastilla	1
30	Desde sujeción externa hasta caballete metálico	1			Desde sujeción externa hasta caballete metálico	1

Realizado por: Lorena Cauja

A continuación se presentan los resultados obtenidos del diagrama hombre-máquina con respecto a la máquina centrífuga.

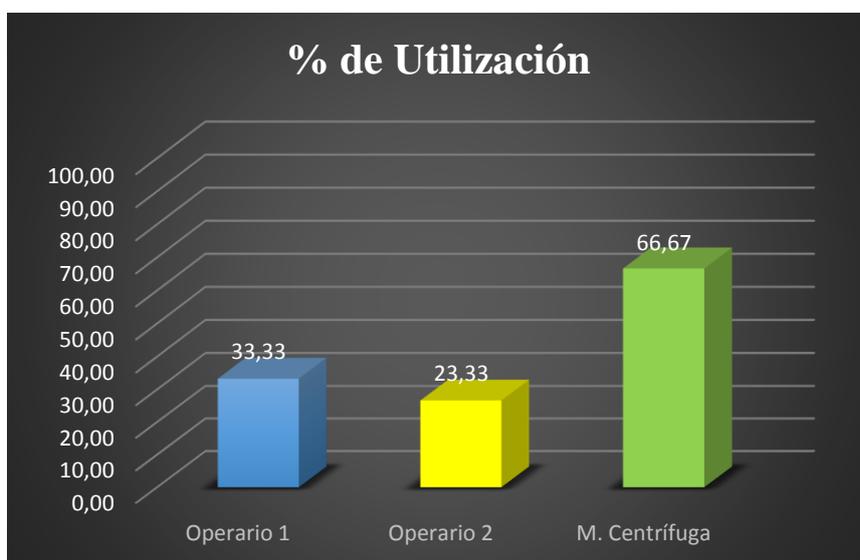
**Tabla 52-3:** Resumen diagrama Hombre-Máquina Centrifuga

RESUMEN HOMBRE-MÁQUINA				
Tipo	Tiempos (minutos)			% Utilización
	Ciclo	Acción	Inactividad	
Operario 1	30	10	8,667	33,33
Operario 2	30	8	13,33	26,67
M. Centrífuga	30	20	11,667	66,67

Realizado por: Lorena Cauja

En el cuadro resumen se puede evidenciar los tiempos activos e inactivos de los operarios y la máquina dentro del tiempo ciclo.

A continuación se presentan los porcentajes obtenidos en el siguiente gráfico de barras.



**Gráfico 16-4.** Porcentaje de utilización del operario 1 y 2 respecto a la máquina centrifuga

Realizado por: Lorena Cauja

El porcentaje de utilización en la máquina centrifuga es de 66,67% correspondiente a 20 minutos de operación, el porcentaje de utilización del operario 1 representa el 33,33% correspondiente a 10 minutos, del operario 2 representa el 23,33% correspondiente a 8 minutos concluyendo que el tiempo de operación de la máquina es mayor que del operario.

### 3.15.10.3 Diagrama Hombre-Máquina Secadora

En la tabla 53-3 se muestra el diagrama hombre máquina analizado con respecto a la maquina secadora.

**Tabla 5326-3: Análisis Diagrama Hombre-Máquina Secadora**

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA						
EMPRESA 			HOJA 1 DE 1 HOJAS MÉTODO: ACTUAL			
DEPARTAMENTO: Producción			FECHA: 2019-04-18			
NOMBRE PRODUCTO: QUINUA			SUPERVISOR: Ing. Alvaro Rosero			
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Centrifugado de quinua			ÁREA: Lavado y centrifugado			
NOMBRES DE LOS OPERARIOS: Andrés Rivera			MAQUINARIAS: Máquina centrífuga			
El estudio Inicia: con el encendido y termina con la descarga de quinua hacia tolva N° 02			Elaborado por: Lorena Cauja		HOMBRE: X Mujer :	
			Operario 1: Carlos Vargas		Máquina 1: Centrifuga	
			Operario 1: Carlos Vargas		Operario 1: Carlos Vargas	
Tiempo minutos	Operario 1		Operario 2		Máquina 1	
	Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo
1	Desde caballete metálico hasta área de secado	3	Inactiva	3	Desde caballete metálico hasta área de secado	3
2						
3						
4	Dispersión en máquina secadora	1	Inactiva	1	Dispersión en máquina secadora	1
5	Inactivo	6	Inactiva	6	Inactivo	13
6						
7						
8						
9						
10						
11	Reoven quinua con pala barredera	7	Inactiva	7	Inactivo	11
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18	Inactivo	16	Secado e Inspección del porcentaje de humedad	30	Remover quinua con pala barredera	11
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28	Inactivo	30	Enfriado	30	Inactivo	30
29						
30						
31						
32	Desde máquina secadora hasta tolva n2	43	Activa	43	Desde máquina secadora hasta tolva n2	43
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
59						
60						
61						
62						
63						
64						
65						
66						
67						
68						
69						
70						
71						
72						
73						
74						
75						
76						
77						
78						
79						
80						
81						
82						
83						
84						
85						
86						
87						
88						
89						
90						
91						
92						
93						
94						
95						
96						
97						
98						
99						
100						
101						
102						
103						
104						
105						
106						
107						

Realizado por: Lorena Cauja

A continuación se presentan los resultados obtenidos del diagrama hombre-máquina con respecto a la máquina secadora.

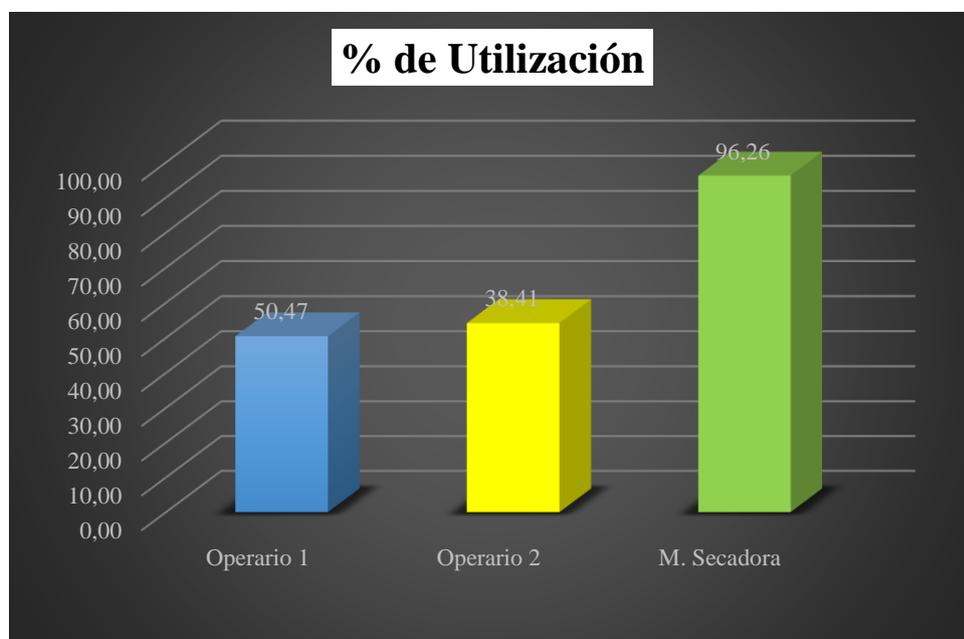
**Tabla 5427-3: Resumen diagrama Hombre-Máquina Secadora**

RESUMEN HOMBRE-MÁQUINA				
Tipo	Tiempos (minutos)			% Utilización
	Ciclo	Acción	Inactividad	
Operario 1	107	54	53	50,47
Operario 2	107	58	49	54,21
M. Secadora	107	103	4	96,26

Realizado por: Lorena Cauja

En el cuadro resumen se puede evidenciar los tiempos activos e inactivos de los operarios y la máquina dentro del tiempo ciclo.

A continuación se presentan los porcentajes obtenidos en el siguiente gráfico de barras.



**Grafico 17-4 :** Porcentaje de utilización del operario 1 y 2 respecto a la máquina secadora

Realizado por: Lorena Cauja

El porcentaje de utilización en la máquina secadora es de 96,26% correspondiente a 103 minutos de operación, el porcentaje de utilización del operario 1 representa el 50,47% correspondiente a 54 minutos, del operario 2 representa el 23,33% correspondiente a 58 minutos concluyendo que el tiempo de operación de la máquina es mayor que del operario.

#### 3.15.10.4 Resumen de actividades dentro del área de lavado, centrifugado y secado

A continuación se realizó un resumen de las actividades dentro del área de lavado, centrifugado y secado para determinar el tiempo de interacción del operario con respecto a la máquina.

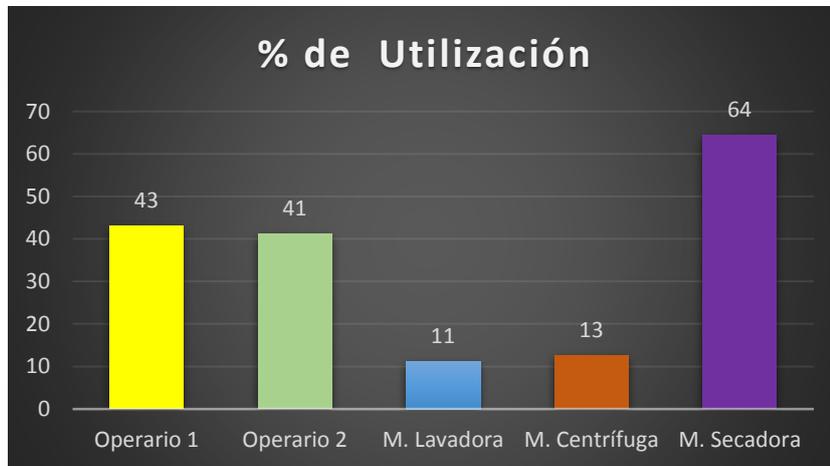
**Tabla 55-328:** Resumen diagrama Hombre-Máquina Lavadora, Centrifugado y Secadora

RESUMEN HOMBRE-MÁQUINA				
Tipo	Tiempos (minutos)			% Utilización
	Ciclo	Acción	Inactividad	
Operario 1	160	69	91	43
Operario 2	160	66	94	41
M. Lavadora	160	18	142	11
M. Centrífuga	160	20	140	13
M. Secadora	160	103	57	64

Realizado por: Lorena Cauja

En el cuadro resumen se puede evidenciar los tiempos activos e inactivos de los operarios y de las máquinas dentro del tiempo ciclo.

A continuación se presentan los porcentajes obtenidos en el siguiente gráfico de barras.



**Grafico 18-4.** Porcentaje de utilización de los operarios y máquinas

Realizado por: Lorena Cauja

Como se puede observar el porcentaje de utilización en la máquina secadora dentro del tiempo ciclo es de 64% correspondiente a 103 minutos de operación, de la máquina centrífuga es de 13% que corresponde a 20 minutos y máquina lavadora 11% que corresponde a 18 minutos de actividad, el porcentaje de utilización del operario 1 representa el 43% correspondiente a 69 minutos, del operario 2 representa el 41% correspondiente a 94 minutos concluyendo que el tiempo de operación de la máquina secadora es mayor, también se puede determinar el incremento de actividad por parte de los operarios.

#### 3.15.10.5 Diagrama Hombre-Máquina Mesa densimétrica y Selector óptico

En la tabla 56-3 se muestra el diagrama hombre máquina analizado con respecto a la mesa densimétrica y selector óptico.

**Tabla 56-3:** Análisis Diagrama Hombre-Máquina M.Densimetrica , S.Óptico y Bascula

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA									
EMPRESA 				HOJA 1 DE 1 HOJAS MÉTODO: ACTUAL					
				FECHA: 2019-04-18					
DEPARTAMENTO: Producción				SUPERVISOR: Ing. Alvaro Rosero					
NOMBRE PRODUCTO: QUINUA				ÁREA: Clasificación y reproceso					
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Eliminación de impurezas y				MAQUINARIAS: Mesa densimétrica y selector óptico					
NOMBRES DE LOS OPERARIOS: Andrés Rivera; Carlos				HOMBRE: X      Mujer :					
El estudio Inicia: con el encendido de la máquina y termina con la clasificación de quinua				Elaborado por: Lorena Cauja			Máquina 1: Mesa densimétrica		
				Operarios: Carlos V; Joel			Máquina 2 y 3: Selector óptico y bascula		
Tiempo		Operario 1		Maquina 1		Maquina 2		Maquina 2	
min	seg	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga
0	20	Abrir ducto transportador	1	Inactiva	1	Inactiva	1	Inactiva	1
	40								
	60								
1	20	Transportar saco	0,4					Inactivo	0,4
	40								
	60								
2	20	Inactivo	1,2					Activo	1,2
	40								
	60								
3	20	Cerrar ducto	0,4					Inactivo	0,4
	40								
	60								
4	20	Transporte de saco para reproceso	1					Inactivo	1
	40								
	60								
5	20	Transportar saco	0,4					Inactivo	0,4
	40								
	60								
6	20	Inactivo	1,2					Activo	1,2
	40								
	60								
7	20	Cerrar ducto	0,4					Inactivo	0,4
	40								
	60								
8	20	Transporte de saco para reproceso	1	Clasificación de quinua	31,2	Clasificación y reproceso	64	Inactivo	1
	40								
	60								
9	20	Transportar saco	0,4					Inactivo	0,4
	40								
	60								
10	20	Inactivo	1,2					Activo	1,2
	40								
	60								
11	20	Cerrar ducto	0,4					Inactivo	0,4
	40								
	60								
12	20	Transporte de saco para reproceso	1					Inactivo	1
	40								
	60								
13	20	Transportar saco	0,4					Inactivo	0,4
	40								
	60								
14	20	Inactivo	1,2					Activo	1,2
	40								
	60								
15	20	Cerrar ducto	0,4					Inactivo	0,4
	40								
	60								
16	20	Transporte de saco para reproceso	1					Inactivo	1
	40								
	60								
17	20	Transportar saco	0,4					Inactivo	0,4
	40								
	60								
18	20	Inactivo	1,2					Activo	1,2
	40								
	60								
19	20	Cerrar ducto	0,4					Inactivo	0,4
	40								
	60								
20	20	Transporte de saco para reproceso	1					Inactivo	1
	40								
	60								
21	20	Transportar saco	0,4					Inactivo	0,4
	40								
	60								

Realizado por: Lorena Cauja

**Tabla 5729-3 (Continua): Análisis M.Densimetrica , S.Óptico y Bascula**

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA																																																	
EMPRESA			HOJA 1 DE 1 HOJAS MÉTODO: ACTUAL																																														
DEPARTAMENTO: Producción			FECHA: 2019-04-18																																														
NOMBRE PRODUCTO: QUINUA			SUPERVISOR: Ing. Alvaro Rosero																																														
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Eliminación de impurezas y			ÁREA: Clasificación y reproceso																																														
NOMBRES DE LOS OPERARIOS: Andrés Rivera; Carlos			MAQUINARIAS: Mesa densimétrica y selector óptico																																														
El estudio inicia: con el encendido de la máquina y termina con la clasificación de quinua			HOMBRE: X    Mujer :			Elaborado por: Lorena Cauja																																											
			Operarios: Carlos V; Joel			Máquina 1: Mesa densimétrica																																											
			Máquina 2 y 3: Selector óptico y bascula																																														
Tiempo		Operario 1		Maquina 1		Maquina 2		Maquina 2																																									
min	seg	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga																																								
20	20	Inactivo	1,2	Activo	34,4	Activo	Activo	Activo	1,2																																								
	40							Inactivo	0,4																																								
	60							Inactivo	1																																								
21	20	Cerrar ducto	0,4					Activo	34,4	Activo	Activo	Inactivo	0,4																																				
	40											Inactivo	1																																				
	60											Inactivo	0,4																																				
22	20	Transporte de saco para reproceso	1									Activo	34,4	Activo	Activo	Inactivo	1																																
	40															Inactivo	0,4																																
	60															Inactivo	1,2																																
23	20	Transportar saco	0,4													Activo	34,4	Activo	Activo	Inactivo	0,4																												
	40																			Inactivo	1,2																												
	60																			Inactivo	0,4																												
24	20	Inactivo	1,2																	Activo	34,4	Activo	Activo	Activo	1,2																								
	40																							Inactivo	0,4																								
	60																							Inactivo	1																								
25	20	Cerrar ducto	0,4																					Activo	34,4	Activo	Activo	Inactivo	0,4																				
	40																											Inactivo	1																				
	60																											Inactivo	0,4																				
26	20	Transporte de saco para reproceso	1																									Activo	34,4	Activo	Activo	Inactivo	1																
	40																															Inactivo	0,4																
	60																															Inactivo	1,2																
27	20	Transportar saco	0,4																													Activo	34,4	Activo	Activo	Inactivo	0,4												
	40																																			Inactivo	1,2												
	60																																			Inactivo	0,4												
28	20	Inactivo	1,2																																	Activo	34,4	Activo	Activo	Activo	1,2								
	40																																							Inactivo	0,4								
	60																																							Inactivo	1								
29	20	Cerrar ducto	0,4																																					Activo	34,4	Activo	Activo	Inactivo	0,4				
	40																																											Inactivo	1				
	60																																											Inactivo	0,4				
30	20	Transporte de saco para reproceso	1																																									Activo	34,4	Activo	Activo	Inactivo	1
	40																																															Inactivo	0,4
	60																																															Inactivo	0,4
31	20	Inactivo	1	Activo	34,4	Activo	Activo																																									Activo	1
	40																																															Inactivo	0,4
	60																																															Inactivo	0,4
32	20	Transporte de sacos	0,4					Activo	34,4	Activo	Activo																																					Inactivo	0,4
	40																																															Inactivo	0,4
	60																																															Inactivo	1
33	20	Cerrar ducto	0,4									Activo	34,4	Activo	Activo																																	Inactivo	0,4
	40																																															Inactivo	1
	60																																															Inactivo	1
34	20	Transporte de sacos para reproceso	1													Activo	34,4	Activo	Activo																													Inactivo	1
	40																																															Inactivo	1
	60																																															Inactivo	1
35	20	Inactivo	1																	Activo	34,4	Activo	Activo																									Activo	1
	40																																															Inactivo	1
	60																																															Inactivo	0,4
36	20	Transporte de sacos para reproceso	1																					Activo	34,4	Activo	Activo																					Inactivo	1
	40																																															Inactivo	0,4
	60																																															Inactivo	2
37	20	Cerrar ducto	0,4																									Activo	34,4	Activo	Activo																	Inactivo	0,4
	40																																															Inactiva a	34,4
	60																																															Peso e inspección	2
38	20	Peso e inspección	2																													Activo	34,4	Activo	Activo													Activo	2
	40																																															Inactivo	1
	60																																															Inactivo	1
39	20	Inactivo	1																																	Activo	34,4	Activo	Activo									Activo	1
	40																																															Inactivo	1
	60																																															Inactivo	1
40	20	Transporte de sacos para reproceso	1																																					Activo	34,4	Activo	Activo					Inactivo	1
	40																																															Inactivo	1
	60																																															Inactivo	1

Realizado por: Lorena Cauja

Tabla 5830-3 (Continua): Análisis M.Densimetrica , S.Óptico y Bascula

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA									
EMPRESA 			HOJA 1 DE 1 HOJAS MÉTODO: ACTUAL						
DEPARTAMENTO: Producción			FECHA: 2019-04-18						
NOMBRE PRODUCTO: QUINUA			SUPERVISOR: Ing. Alvaro Rosero						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Eliminación de impurezas y			ÁREA: Clasificación y reproceso						
NOMBRES DE LOS OPERARIOS: Andrés Rivera; Carlos			MAQUINARIAS: Mesa densimétrica y selector óptico						
El estudio inicia: con el encendido de la máquina y termina con la clasificación de quinua			Elaborado por: Lorena C.			HOMBRE: X    Mujer :			
			Operarios: Carlos V; Joel			Máquina 1: Mesa densimétrica			
						Máquina 2 y 3: Selector óptico y bascula			
Tiempo		Operario 1		Maquina 1		Maquina 2		Maquina 2	
min	seg	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga
41	20	Cerrar ducto	0,4					Inactivo	0,4
	40								
	60								
42	20	Peso e inspección	2					Activo	2
	40								
	60								
43	20								
	40								
	60								
44	20	Inactivo	1					Activo	1
	40								
	60								
45	20	Transporte de sacos para reproceso	1					Inactivo	1
	40								
	60								
46	20	Cerrar ducto	0,4					Inactivo	0,4
	40								
	60								
47	20	Peso e inspección	2					Activo	2
	40								
	60								
48	20	Inactivo	1					Activo	1
	40								
	60								
49	20	Transporte de sacos para reproceso	1					Inactivo	1
	40								
	60								
50	20	Cerrar ducto	0,4					Inactivo	0,4
	40								
	60								
51	20	Peso e inspección	2					Activo	2
	40								
	60								
52	20								
	40								
	60								
53	20	Inactivo	1					Activo	1
	40								
	60								
54	20	Transporte de sacos para reproceso	1					Inactivo	1
	40								
	60								
55	20	Cerrar ducto	0,4					Inactivo	0,4
	40								
	60								
56	20	Peso e inspección	2					Activo	2
	40								
	60								
57	20								
	40								
	60								
58	20	Inactivo	1					Activo	1
	40								
	60								
59	20	Transporte de sacos para reproceso	1					Inactivo	1
	40								
	60								
60	20	Cerrar ducto	0,4					Inactivo	0,4
	40								
	60								
61	20	Peso e inspección	2					Activo	2
	40								
	60								
62	20								
	40								
	60								
63	20	Inactivo	2					Activo	2
	40								
	60								
64	20	Transporte de sacos para reproceso	1					Inactivo	1
	40								
	60								
65	20	Cerrar ducto	0,4					Inactivo	0,4
	40								
	60								
66	20	Peso e inspección	2					Activo	2
	40								
	60								
67	20					Inactiva	2		
	40								
	60								

A continuación se presentan los resultados obtenidos del diagrama hombre-máquina con respecto a las máquinas; mesa densimétrica, selector óptico y bascula.

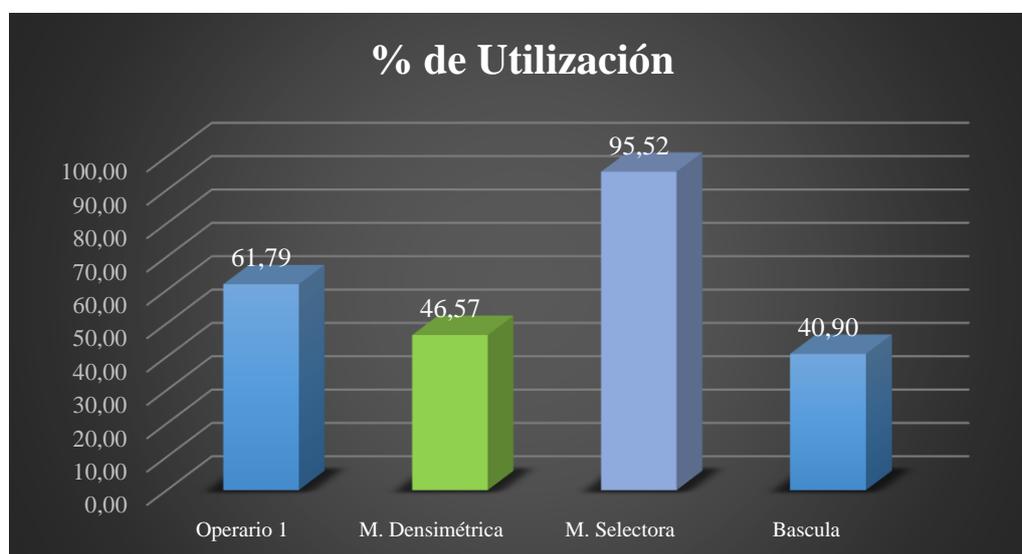
**Tabla 59-3:** Resumen diagrama M. Densimétrica. Óptico y Bascula

RESUMEN HOMBRE-MAQUINA				
Tipo	Tiempos (minutos)			% Utilización
	Ciclo	Acción	Inactividad	
Operario 1	67	41	26	61,79
M. Densimétrica	67	31	36	46,57
M. Selectora	67	64	3	95,52
Bascula	67	27	40	40,90

**Realizado por:** Lorena Cauja

En el cuadro resumen se puede evidenciar los tiempos activos e inactivos de los operarios y de las máquinas dentro del tiempo ciclo.

A continuación se presentan los porcentajes obtenidos en el siguiente gráfico de barras.



**Gráfico 19-4.** Porcentaje de utilización respecto a mesa densimétrica y selector óptico

**Realizado por:** Lorena Cauja

Como se puede observar el porcentaje de utilización en la mesa densimétrica representa un 46,57% correspondiente a 31 minutos de operación, del selector óptico representa un 95,52% que corresponde a 64 minutos y bascula 11% que corresponde a 27 minutos de actividad, el porcentaje de utilización del operario 1 representa el 61,7% correspondiente a 41 minutos.

### 3.15.10.6 Diagrama Hombre-Máquina Selladora

En la tabla 60-3 se muestra el diagrama hombre máquina analizado con respecto a la máquina selladora dentro del área de empaque.

**Tabla 6031-3:** Análisis Diagrama Hombre-Máquina Selladora

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA					
EMPRESA 			HOJA 1 DE 1 HOJAS MÉTODO: PROPUESTO		
DEPARTAMENTO: Producción			FECHA: 2019-04-18		
NOMBRE PRODUCTO: QUINUA			SUPERVISOR: Ing. Álvaro Rosero		
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Empaque de producto terminado			ÁREA: Lavado y centrifugado		
NOMBRES DE LOS OPERARIOS: Andrés Rivera			MAQUINARIAS: Máquina Lavadora		
El estudio Inicia: con el transporte del producto terminado			HOMBRE: X    Mujer :		
Elaborado por: Lorena Cauja			Máquina 1: Selladora		
			Operario 1: Andrés Rivera		
Tiempo	Operario			Máquina 1	
	min	Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo
0	30	Desde área de reproceso hacia empaque	0,3	Inactiva	0,3
	60				
1	30	Empacado de costales	11	Activa	11
	60				
2	30				
	60				
3	30				
	60				
4	30				
	60				
5	30				
	60				
6	30				
	60				
7	30				
	60				
8	30				
	60				
9	30				
	60				
10	30				
	60				
11	30	Transporte de producto terminado	1	Inactiva	1
	60				
12	30				
	60				

Realizado por: Lorena Cauja

A continuación se presentan los resultados obtenidos del diagrama hombre-máquina con respecto a la máquina selladora.

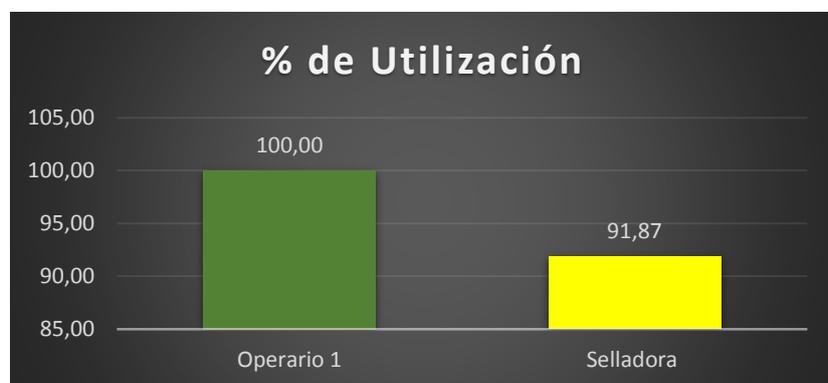
**Tabla 6132-3:** Resumen diagrama Hombre-Máquina Selladora

RESUMEN HOMBRE-MÁQUINA				
Tipo	Tiempos (minutos)			% Utilización
	Ciclo	Acción	Inactividad	
Operario 1	12,3	12,3	0	100,00
Selladora	12,3	11,3	1	91,87

Realizado por: Lorena Cauja

En el cuadro resumen se puede evidenciar los tiempos activos e inactivos de los operarios y de las máquinas dentro del tiempo ciclo.

A continuación se presentan los porcentajes obtenidos en el siguiente gráfico de barras.



**Grafico 20-4.** Porcentaje de utilización del operario 1 y 2 respecto a la máquina selladora

Realizado por: Lorena Cauja

Como se puede observar el porcentaje de utilización tanto del operario como de la máquina trabajan a su máxima capacidad es decir operario 1 100% y máquina selladora 91,87%.

### 3.15.10.7 Resumen de actividades del método propuesto

En la siguiente tabla se determinó el porcentaje de utilización del operario dentro del sistema de producción.

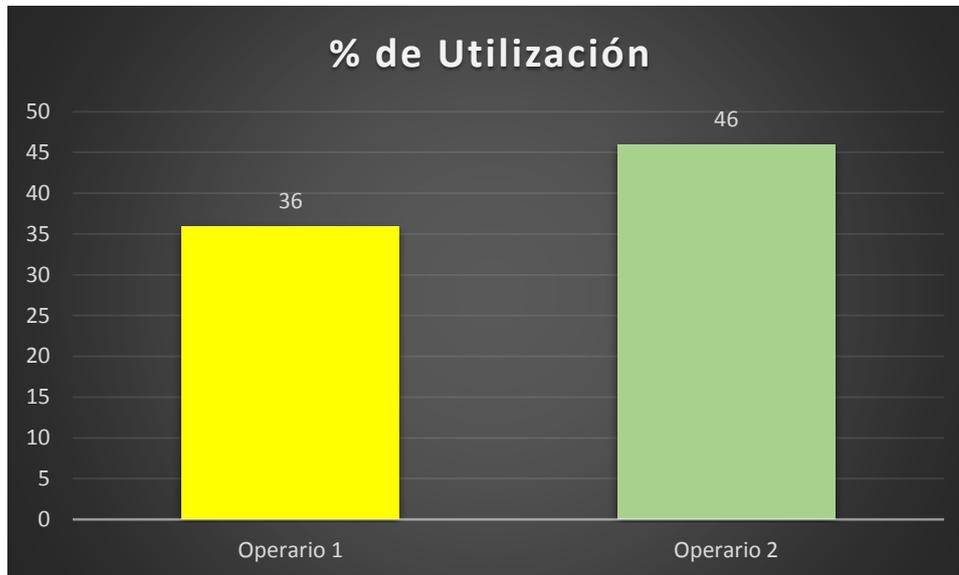
**Tabla 6233-3:** Resumen diagrama Hombre-Máquina

RESUMEN HOMBRE-MÁQUINA				
Tipo	Tiempos (minutos)			% Utilización
	Ciclo	Acción	Inactividad	
Operario 1	257	92,3	165	36
Operario 2	257	118	139	46

Realizado por: Lorena Cauja

Como se puede analizar al establecer solo dos operarios para realizar las actividades dentro del sistema de producción se tiene un aceptable porcentaje de actividad es decir los operarios dentro del tiempo ciclo trabajan un 36% y 46% respectivamente.

A continuación se representa mediante un diagrama de barras el porcentaje de utilización de los operarios dentro del tiempo ciclo.



**Grafico 21-4.** Porcentaje de utilización del operario 1 y 2 dentro del tiempo ciclo

Realizado por: Lorena Cauja

Del siguiente diagrama se puede concluir que tanto el operario 1 y el operario 2 tienen una buena interacción dentro del sistema de producción, al ser un sistema semiautomatizado se requiere solo la intervención de dos operarios.

### 3.16 Estudio técnico de una línea de producción de quinua

La empresa de producción Maquita dedicada exclusivamente al reproceso de quinua, al no contar con otra línea de producción, se realiza un estudio técnico para la fabricación de harina de quinua detallando el proceso de producción, tipo de maquinaria y costo de producción.

Dentro del estudio se detalla las actividades que conlleva realizar el producto, el proceso desde el ingreso de materia prima hasta la salida del producto terminado, el recorrido del material y como se mencionó anteriormente el precio de venta.

Una de las ventajas principales con las que cuenta la empresa es que al dedicarse únicamente al reproceso de quinua, se cuenta con la mayor parte de la maquinaria de esta forma facilita la fabricación de harina de quinua.

La harina de quinua permite realizar y obtener diversas recetas con numerosas propiedades que posee el pseudo cereal, su uso permite la elaboración de galletas, barras energéticas, etc., sus

propiedades nutricionales es una fuente de proteína usada por deportistas de alta élite en batidos y recetas saludables.

La harina de quinua se obtiene moliendo los granos de quinua hasta obtener un polvo muy fino que podemos utilizar como cualquier otra harina.



**Figura 325-3.** Harina de quinua

**Fuente:** (Gestión, 2018)

En este apartado se propone la producción de harina como producto derivado de la quinua, para lo cual se ha realizado la descripción de las diferentes actividades, tiempos para cada una de las actividades, diagramas de proceso, diagramas de recorrido, así como un análisis de costos y la sugerencia de la maquinaria con la descripción y las especificaciones técnicas en caso que la empresa decida producir este derivado.

#### **3.16.1** *Estudio de métodos y tiempos propuestos en la producción de harina de quinua.*

A partir de la obtención de 850 kg. como parte del reproceso de los 10 quintales de quinua analizado anteriormente, se plantea la producción de harina en unidades de 1000 gramos obteniendo un lote de producción como base de 800 unidades.

La producción de dicho producto sigue el mismo procedimiento del procesamiento de quinua por lo que se sugiere la incorporación de un molino de martillos para su obtención, los datos técnico de la maquinaria se encuentran en el ANEXO B.

#### **3.16.2** *Distribución propuesta para el área de molido*

Para la obtención de la harina de quinua se sugiere incorporar a las áreas de trabajo de la planta de producción, el área de molido para lo cuál se ha agregado el puesto de trabajo con dicha incorporación como se puede observar en la figura, y para una mejor comprensión de toda la planta de producción esta se puede visualizar en el ANEXO C.

### ***3.16.3 Hoja de actividades para la obtención de harina de quinua.***

A continuación se detalla las actividades que se debe realizar en cada estación de trabajo para la obtención del producto en estudio , se debe mencionar que para la obtención de harina lo primero que se debe realizar es el reproceso de la quinua, principal actividad a la que se dedica la empresa, es por ello que el proceso se analizará en la etapa final partiendo del molido de la materia prima.

**Tabla 6334-3:** Hoja de actividades harina de quinua

HOJA DE ACTIVIDADES Y TIEMPOS PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE QUINUA						
	Actividad	Tiempo (min)	F.V	Suplementos	Tiempo Normal	Tiempo Estándar
1	Descarga de materia prima desde pallet hasta tolva N°1.	7	1,22	0,24	9	11
2	Desde tolva N°1 hasta SILO de Almacenamiento N° 1 mediante paletas rotatorias.	15	1	0	15	15
3	Despedregado y escarificado para eliminación de residuos orgánicos y saponina.	30	1	0	30	30
4	Desde Área de despedregado y escarificado hasta SILO de Almacenamiento N° 2 por ducto transportador.	2	1	0	2	2
5	Abrir ducto transportador	1	1,23	0,11	1	1
6	Dosificado y lavado de quinua.	5	1	0	5	5
7	Cerrar ducto transportador	1	1,23	0,11	1	1
8	Mover ducto transportador	1	1,18	0,11	1	1
9	Desde máquina lavadora a máquina centrífuga por ducto transportador.	5	1	0	5	5
10	Mover ducto transportador	1	1,18	0,11	1	1
11	Centrifugado de quinua.	15	1	0	15	15
12	Sujeción de barra guía a canastilla perforada.	1	0,95	0,11	1	1
13	Elevación de la canastilla perforada desde parte interior hasta punto de sujeción externo de la máquina centrífuga.	4	1,15	0,11	5	5
14	Giro de canastilla perforada.	1	1,11	0,24	1	1
15	Desde sujeción externa de la máquina centrífuga hasta caballete metálico.	1	1,12	0,11	1	1
16	Desde caballete metálico hasta Área de secado con pala barredera	2	1,26	0,11	3	3
17	Dispersión de quinua en máquina secadora.	1	1,21	0,11	1	1
18	Secado e inspección de quinua	30	1	0	30	30
19	Enfriado	30	1	0	30	30
20	Desde máquina secadora hacia tolva N°2.	35	1,09	0,13	38	43
21	Desde tolva N°2 hacia SILO de Almacenamiento N°3 por ducto transportador.	26	1	0	26	26
22	Abrir ducto transportador	1	1,11	0,11	1	1
23	Clasificación de quinua mediante mesa densimétrica y selector óptico	30	1	0	30	30
24	Transporte de sacos	0,4	1,18	0,24	0,5	1
25	Cerrar ducto transportador	0,4	1,11	0,11	0,4	0,5
26	Transporte de sacos para reproceso	1	1,03	0,24	1	1
27	Reproceso de quinua por selector óptico	30	1	0	30	30
28	Desde área de reproceso hasta área de molido	1	1,21	0,24	1	2
29	Molido de quinua	30	1	0	30	30
30	Peso e inspección de producto final	2	1,13	0,11	1	3
31	Desde área de molido hacia área de empaque	1	1,08	0,24	2	1
32	Empacado	3	1,22	0,11	4	4
33	Traslado de producto terminado	1	1,11	0,11	1	1
	Tiempo Total	315				298

Realizado por: Lorena Cauja

Como se puede observar en la tabla 22-4 se detalla las actividades del reproceso de quinua descritas y calculadas anteriormente, se describen las actividades que parten desde el molido de la quinua hasta obtener el producto terminado, de la misma forma se calculo el tiempo estandar de las actividades obteniendo un tiempo total de producción de 298 minutos en la elaboracion de 800 unidades de 1000 gr. Se debe mencionar que las actividades resaltadas de color café son actividades que se realizan simultaneamente dentro del tiempo resaltado de color verde, es decir, que mientras se realiza el transporte desde la máquina secadora hacia la tolva 2 tambien se realiza el transporte desde la tolva 2 hasta el silo de almacenamiento n3 por ducto transportador tomando el tiempo mayor es decir 42.

### 3.16.4 Diagrama de análisis del proceso tipo material propuesto

Dentro del diagrama de análisis de procesos se detalla las actividades que se realizan en la línea de producción de harina de quinua, representando de mejor manera cada una de ellas, se indica el tiempo en minutos y las distancias de desplazamiento en metros del material.

**Tabla 6435-3:** Diagrama de análisis de procesos para harina de quinua

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO TIPO MATERIAL					
<b>Empresa :</b> 		<b>Actividad:</b> El proceso inicia en la bodega de materia prima y finaliza en la bodega de producto terminado.		<b>Estudio N° 1</b>	<b>Hoja N°1</b>
<b>Departamento:</b> Producción		<b>Producto:</b> Harina de Quinua	<b>Analista:</b> Lorena Cauja	<b>Plano N°:</b>	<b>Método Propuesto</b>
<b>Símbolos</b>		<b>N° Actividad</b>	<b>Distancia (metros)</b>	<b>Tiempo (minutos)</b>	<b>Descripción del Proceso</b>
○ → □ ▽ ⊕ □	1				Almacenamiento de materia prima.
○ → □ ▽ ⊕ □	1	9	10		Descarga de materia prima desde pallet hasta tolva N°1.
○ → □ ▽ ⊕ □	2	6	15		Desde tolva N°1 hasta SILO de Almacenamiento N° 1 mediante paletas rotatorias.
○ → □ ▽ ⊕ □	1	2	30		Despedregado y escarificado para eliminación de residuos orgánicos y saponina.
○ → □ ▽ ⊕ □	3	5	2		Desde Área de despedregado y escarificado hasta SILO de Almacenamiento N° 2 por ducto transportador.
● → □ ▽ ⊕ □	1		2		Abrir ducto transportador
● → □ ▽ ⊕ □	2		5		Dosificado y lavado de quinua.
● → □ ▽ ⊕ □	3		2		Cerrar ducto transportador
● → □ ▽ ⊕ □	4		1		Mover ducto transportador
○ → □ ▽ ⊕ □	4	3,80	5		Desde máquina lavadora a máquina centrífuga por ducto transportador.
● → □ ▽ ⊕ □	5		1		Mover ducto transportador
● → □ ▽ ⊕ □	6		15		Centrifugado de quinua.
● → □ ▽ ⊕ □	7		1		Sujeción de barra guía a canastilla perforada.
● → □ ▽ ⊕ □	8		5		Elevación de la canastilla perforada desde parte interior hasta punto de sujeción externo de la máquina centrífuga.
● → □ ▽ ⊕ □	9		1		Giro de canastilla perforada.
○ → □ ▽ ⊕ □	5	1,50	2		Desde sujeción externa de la máquina centrífuga hasta caballete metálico.
○ → □ ▽ ⊕ □	6	0,90	2		Desde caballete metálico hasta Área de secado con pala barredera
● → □ ▽ ⊕ □	10		1		Dispersión de quinua en máquina secadora.

○→□▽⊕■	1		30	Secado e inspección de quinua
●→□▽⊕□	11		30	Enfriado
○→□▽⊕□	7	1	43	Desde máquina secadora hacia tolva N°2.
○→□▽⊕□	8	8	26	Desde tolva N°2 hacia SILO de Almacenamiento N°3 por ducto transportador.
●→□▽⊕□	12		1	Abrir ducto transportador
○→□▽⊕□	2	10,50	30	Clasificación de quinua mediante mesa densimétrica y selector óptico
○→□▽⊕□	9	0,50	1	Transporte de sacos
●→□▽⊕□	13		0,5	Cerrar ducto transportador
○→□▽⊕□	10	2,50	1	Transporte de sacos para reproceso
○→□▽⊕□	3	5,20	30	Reproceso de quinua por selector óptico
○→□▽⊕□	11	2,50	2	Desde área de reproceso hasta área de molido
●→□▽⊕□	14		30	Molido quinua
○→□▽⊕■	2		3	Peso e inspección de harina de 500 gr.
○→□▽⊕□	12	3	1	Desde área de molido hacia área de empaque
●→□▽⊕□	15		4	Empacado
○→□▽⊕□	13	28	1	Traslado de producto terminado
○→□▽⊕□	2			Almacenamiento de producto terminado.

Realizado por: Lorena Cauja

En la tabla 65-3 se presenta el resumen del diagrama de análisis de procesos tipo material donde se especifica el número de actividades realizadas dentro del proceso, la distancia recorrida y el tiempo de producción en minutos para la obtención de 800 fundas de harina de 1000 gr.

Como se mencionan anteriormente los tiempos resaltados de color café representan actividades simultáneas dentro del tiempo que se encuentra resaltado de color verde, de esta forma solo se considera el tiempo mayor.

**Tabla 6536-3:** Cuadro de resumen producción de harina de quinua

Actividad	Símbolo	Cantidad	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)
Operación		15		98
Transporte		13	71,6	77
Demora		0		
Almacenaje		2		
Combinada		3	17,70	90
Combinada		2		33
<b>TOTAL:</b>		35	89,3	298 minutos (4,58 horas)

Realizado por: Lorena Cauja

Como se puede observar en el cuadro de resumen el tiempo total para la producción de 800 fundas de 1000 gr de harina de quinua es de 298 minutos es decir 4,58 horas contando con un total de 35 actividades dentro del sistema.

### ***3.16.5 Diagrama de flujo para la producción de harina de quinua***

A continuación, se representa el diagrama de flujo para la línea de producción de harina de quinua.

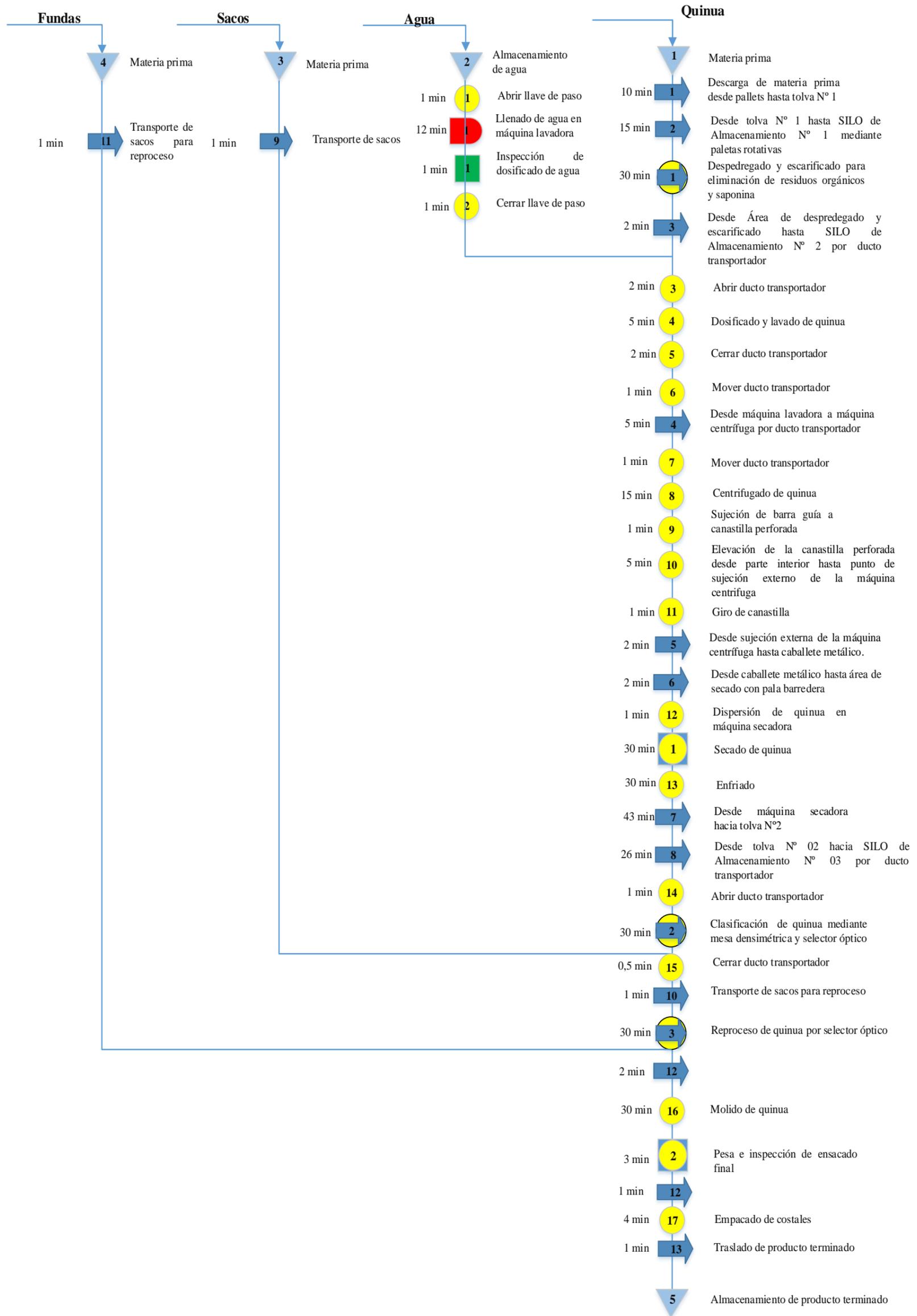


Figura 33-3. Diagrama de flujo para la producción de harina de quinoa

Realizado por: Lorena Cauja

### 3.16.5.1 Resumen de actividades del diagrama de flujo

A continuación se presenta el resumen del diagrama de flujo de las actividades dentro del proceso de producción propuesto obteniendo un total de 39 actividades y un tiempo total de ciclo de 298 minutos.

**Tabla 66-3:** Resumen de actividades para harina de quinua

Actividad	Símbolo	Cantidad	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)
Operación		17		98
Transporte		13	71,6	77
Demora		0		
Almacenaje		4		
Combinada		3	17,70	90
Combinada		2		33
<b>TOTAL:</b>		39	89,3	298 minutos (4,58 horas)

Realizado por: Lorena Cauja

### 3.16.6 Diagrama de recorrido para la producción de harina de quinua

Este diagrama permite identificar de mejor manera el diagrama de flujo del proceso y el diagrama de análisis tipo material ya que es la representación del seguimiento a la materia prima durante su procesamiento por los diversos puestos de trabajo y maquinarias empleadas para la obtención de la harina de quinua.

Para una mejor comprensión del procedimiento a continuación se muestra el recorrido del proceso que se detallo anteriormente

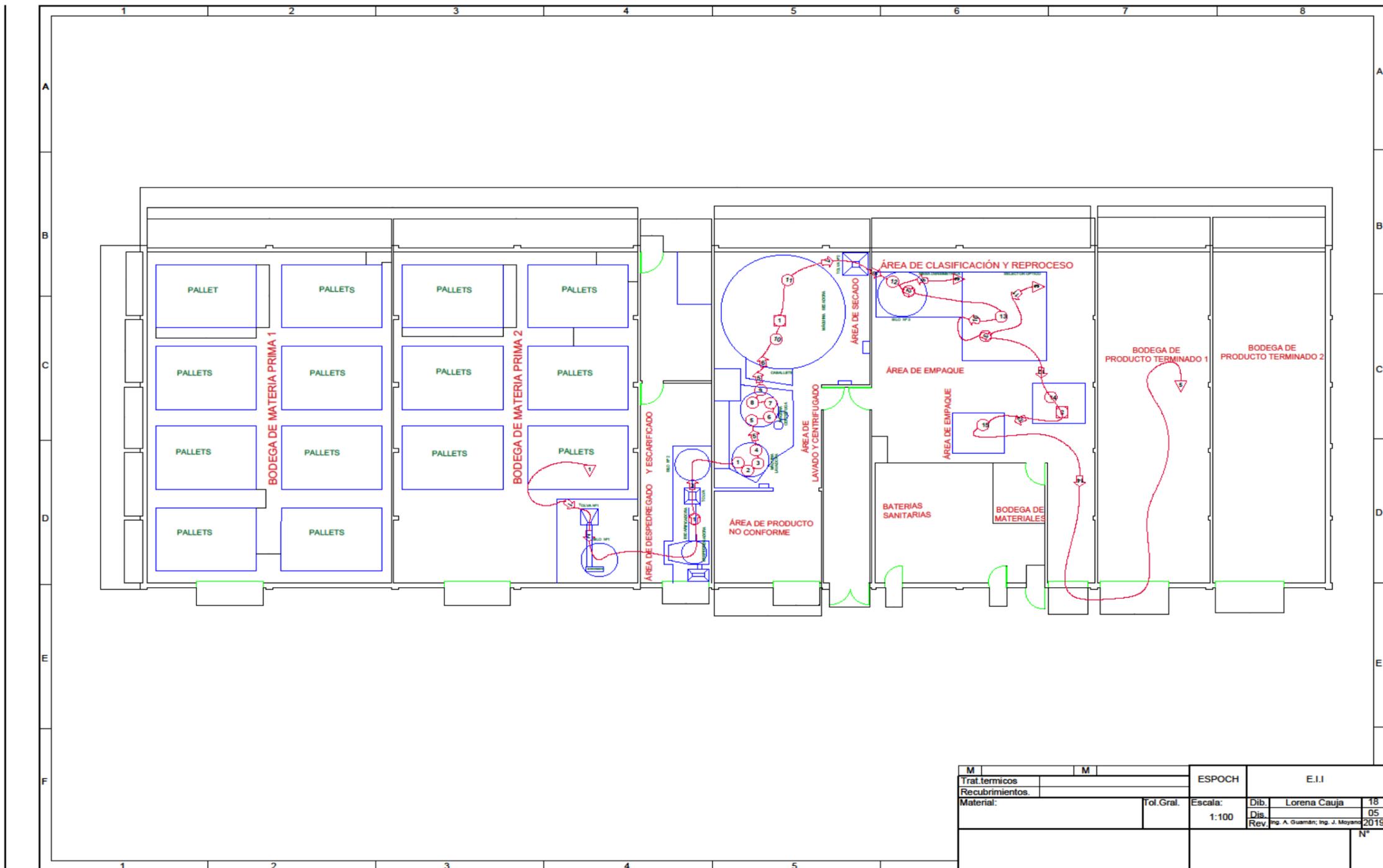


Figura 34-3. Diagrama de recorrido para harina de quinua

Realizado por: Lorena Cauja

### 3.16.7 Análisis de costos de producción para la obtención de la harina de quinua

El análisis realizado en los costos de producción pretende cuantificar el beneficio económico que tendría la empresa “MAQUITA” al producir y comercializar un producto derivado de la quinua en este caso la harina por tal razón se identifica los diversos costos fijos y variables que incurren en la producción.

Se analiza los costos que intervienen en la producción de un lote de 800 unidades de 1000 gramos de harina de quinua.

#### 3.16.7.1 Costos fijos

Se consideró la depreciación mensual de la maquinaria. En la tabla 17-4 se indica los valores correspondientes.

**Tabla 6737-3:** Depreciación de la maquinaria

ÍTEM	Maquinaria	Cantid.	Valor	Años	%	Valor Residual	Anual	Mensual
1	SILO de almacenamiento con succión	1	900,00	10	10	90,00	81,00	6,75
2	Despedregadora	1	6200,00	10	10	620,00	558,00	46,50
3	Escarificadora	1	2552,00	10	10	255,20	229,68	19,14
4	SILOS de almacenamiento	2	1000,00	10	10	100,00	90,00	7,50
5	Máquina lavadora	1	1200,00	10	10	120,00	108,00	9,00
6	Máquina centrífuga	1	2000,00	10	10	200,00	180,00	15,00
7	Máquina Secadora	1	5387,22	10	10	538,72	484,85	40,40
8	Mesa densimétrica	1	3200,00	10	10	320,00	288,00	24,00
9	Selector óptico	1	9800,00	10	10	980,00	882,00	73,50
10	Báscula digital grande	1	130,00	10	10	13,00	11,70	0,98
11	Báscula digital pequeña	1	40,00	10	10	4,00	3,60	0,30
12	Máquina cosedora	1	120,00	10	10	12,00	10,80	0,90
13	Máquina selladora	1	19,99	10	10	2,00	1,80	0,15
14	Molino de martillos	1	3822,64	10	10	393,31	353,98	28,67
<b>TOTAL</b>								<b>272,79</b>

Realizado por: Lorena Cauja

Con el método propuesto la empresa debe contar durante las etapas de producción con 2 trabajadores para el desempeño de actividades.

**Tabla 6838-3:** Mano de obra directa

Cantidad	Descripción	V. Unitario	Valor total
2	Operarios	396,00	792,00
<b>TOTAL</b>			<b>792,00</b>

Realizado por: Lorena Cauja

**Tabla 69-3:** Mano de obra indirecta

ÍTEM	Descripción	V. Unitario	Valor total
1	Jefe de Producción	850,00	850,00
2	Auxiliar de mantenimiento	400,00	400,00
<b>TOTAL</b>			<b>1250,00</b>

Realizado por: Lorena Cauja

**Tabla 7039-3:** Total costos fijos

ÍTEM	Descripción	Valor
1	Depreciación Maquinaria	272,79
2	Mano de obra directa	792,00
3	Mano de obra indirecta	1250,00
<b>TOTAL</b>		<b>2314,79</b>

Realizado por: Lorena Cauja

### 3.16.7.2 Costos variables

Se identificó los costos variables como la materia prima y los servicios básicos.

**Tabla 7140-3:** Materia prima

ÍTEM	Descripción	Cantidad	V. Unitario	Valor total
1	Quinoa (Materia prima principal)	800 kg	0,99	792,00
2	Fundas con etiqueta	800	0,15	120,00
<b>TOTAL</b>				<b>912,00</b>

Realizado por: Lorena Cauja

**Tabla 7241-3:** Servicios Básicos

ÍTEM	Descripción	Valor
1	Agua	35,00
2	Energía Eléctrica	150,00
3	Teléfono	12,00
4	Internet	25,00
<b>TOTAL</b>		<b>222,00</b>

Realizado por: Lorena Cauja

**Tabla 7342-3:** Total costos variables

ÍTEM	Descripción	Valor
1	Servicios básicos	222,00
2	Materia prima	912,00
<b>TOTAL</b>		<b>1134,00</b>

Realizado por: Lorena Cauja

### 3.16.7.3 Costo total de producción

El costo total de producción representa la suma de los costos fijos más los costos variables.

**CTP**= Costos fijos + costos variables

**CTP**= 2314,79+ 1134,00

**CTP**= 3448,79

**Tabla 74-3:** Determinación de precio de venta

<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN</b>	3448,79
<b>UTILIDAD DEL 15% CP</b>	344,48
<b>PRECIO DE VENTA UNITARIO</b>	4,96

Realizado por: Lorena Cauja

Al tener el costo total de producción estimado de 3448,79 con un margen de utilidad del 15% se sugiere el precio de venta de \$4,96 por cada unidad de funda de harina con contenido de 1000 gramos.

### 3.16.8 Determinación del punto de equilibrio algebraico para la harina de quinua.

Al conocer el punto de equilibrio la empresa consigue cubrir sus costos de producción y comprender la producción necesaria para obtener el beneficio por venta del producto. Se realiza una igualdad entre el costo total de producción y el ingreso a través de la siguiente fórmula:

$$CT=IT$$

$$CT= CF+CV$$

$$IT=P.X$$

$$PX=CF+CV$$

$$PX=CF+CV.X \quad (11)$$

Donde:

CT= Costo total

IT= Ingresos totales

CF= Costos fijos

CV= Costo de producción variable por unidad de producto

P= Precio de venta por unidad

X= Número de unidades a producir

**Tabla 7543-3:** Costos de producción propuestos para harina de quinua

<b>Costos fijos</b>	2314,79
<b>Costos variables</b>	1134,00
<b>Costos variables por unidad (800 u)</b>	1,42
<b>Precio de venta por unidad</b>	4,96

Realizado por: Lorena Cauja

$$PX = CF + CV.X$$

$$4,96X = 2314,79 + 1,42X$$

$$3,54X = 2314,79$$

$$X = \frac{2314,79}{3,54}$$

$$X = 654 \text{ unidades}$$

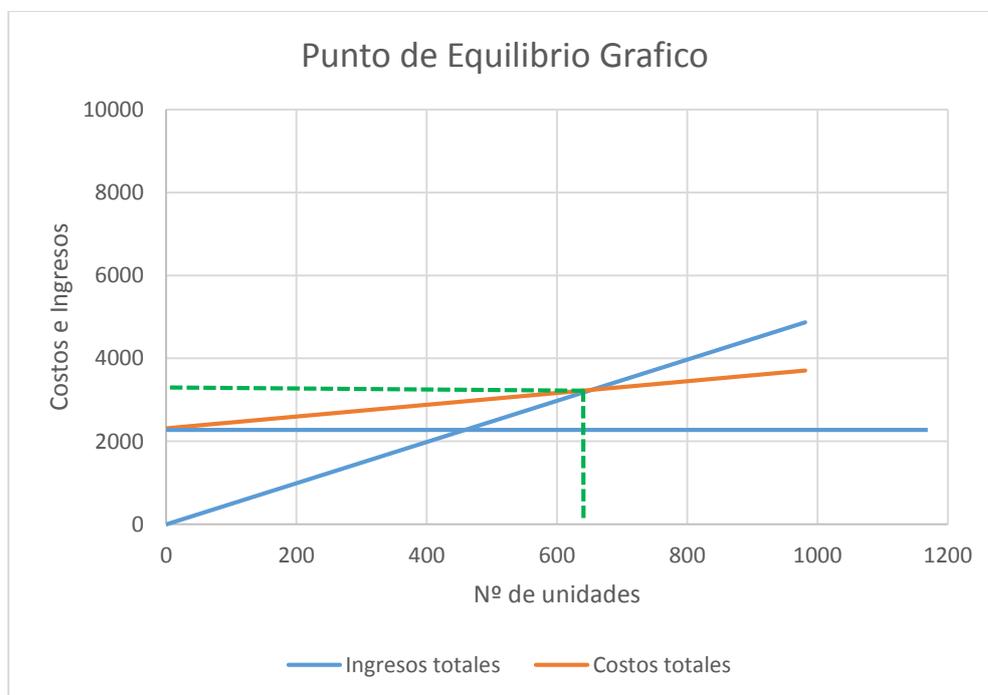
Es decir, que la empresa tendrá que producir 654 unidades de fundas de harina de quinua de 1000 gramos del lote de producción, dicha cantidad representaría la producción mensual sugerida que debe fabricar la empresa para poder cubrir los costos operativos y comenzar a obtener ganancias por el producto.

Para una mejor comprensión se realiza el gráfico del punto de equilibrio.

**Tabla 7644-3:** Datos para determinación de punto de equilibrio

Unidades	Precio de venta	Ingresos totales	Costos fijos	Costos variables	Costos totales
109	4,96	540,64	2314,79	154,78	2469,57
218	4,96	1081,28	2314,79	309,56	2624,35
327	4,96	1621,92	2314,79	464,34	2779,13
436	4,96	2162,56	2314,79	619,12	2933,91
545	4,96	2703,20	2314,79	773,9	3088,69
<b>654</b>	<b>4,96</b>	<b>3243,84</b>	<b>2314,79</b>	<b>928,68</b>	<b>3243,47</b>
763	4,96	3784,48	2314,79	1083,46	3398,25
872	4,96	4325,12	2314,79	1238,24	3553,03
981	4,96	4865,76	2314,79	1393,02	3707,81
1090	4,96	5406,40	2314,79	1547,8	3862,59

Realizado por: Lorena Cauja



**Gráfico 22-3.** Punto de equilibrio gráfico para harina de quinua

Realizado por: Lorena Cauja

De acuerdo al desarrollo del punto de equilibrio, se puede verificar mediante el método gráfico que la empresa no pierde ni gana al producir 654 unidades mensualmente a partir de esta cantidad el beneficio económico es parte de la empresa.

### 3.17 Simulación del sistema de producción propuesto

Una vez obtenido todos los datos para realizar el modelado y la simulación se procedió a realizar un sistema dinámico para comprobar que la propuesta técnica sea factible.

#### 3.17.1 Análisis y recolección de datos

La recolección de datos se efectuó mediante el estudio de métodos y tiempos estándar propuestos de cada actividad en cada estación de trabajo obteniendo un total de 33 actividades mediante la eliminación de actividades innecesarias, los datos estandarizados se obtuvieron anteriormente.

#### 3.17.2 Generación del modelo propuesto

Para el caso en estudio, el modelado corresponde a la línea de producción de quinua para lo cual se realizó una perspectiva de la planta de producción de la empresa Maquita, con las diferentes maquinarias, equipos y recursos utilizados dentro del proceso de producción como se puede observar en la figura 35-4.

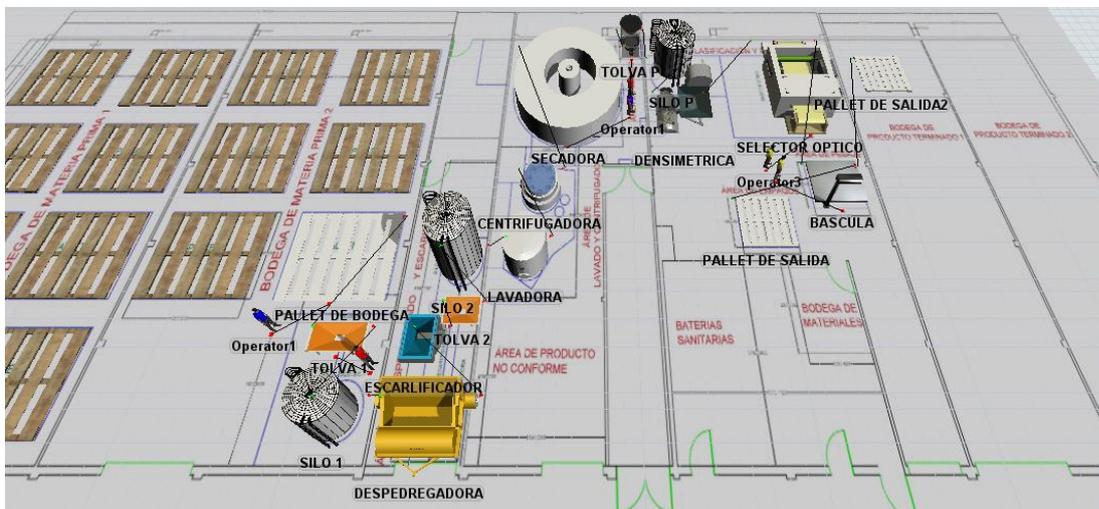


Figura 35-3. Modelado de la planta de producción

Realizado por: Lorena Cauja

La elaboración del modelo se realizó de acuerdo a los parámetros con los que cuenta la empresa y proponiendo una distribución de los operarios en las estaciones de trabajo como se detalla a continuación:

**Área de bodegas:** Operario 1 y Operario 2

**Área lavado, secado y centrifugado:** Operario 1 y Operario 2

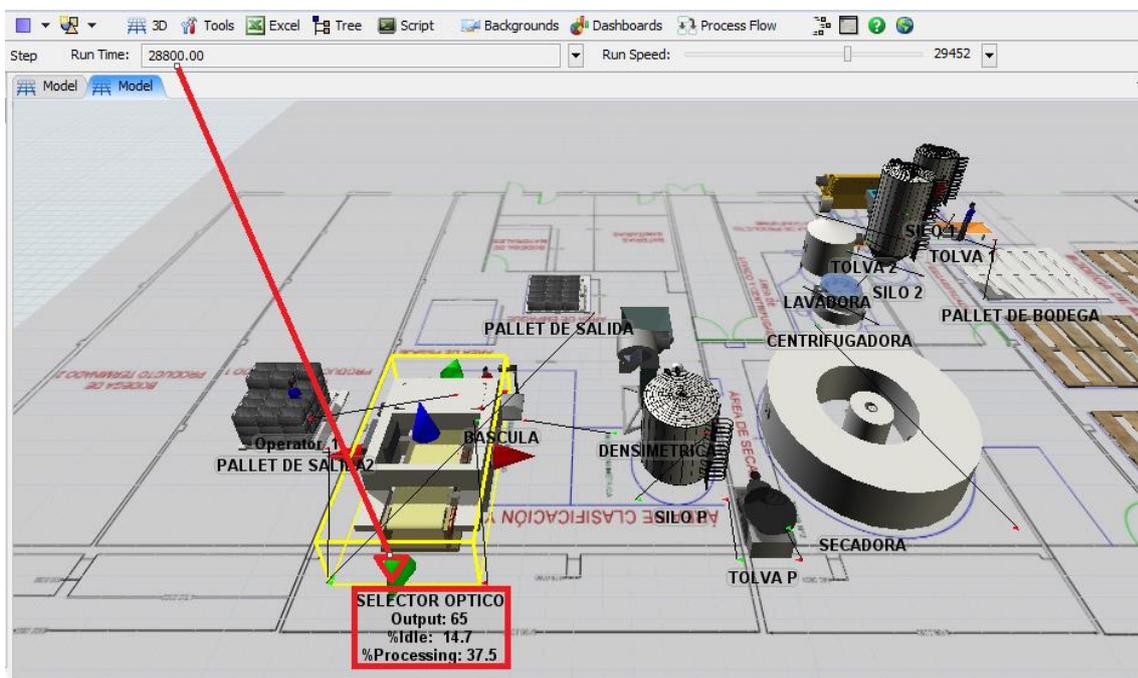
**Área de clasificación y reproceso:** Operario 1

**Área de pesaje y empaque:** Operario 2

De acuerdo a la nueva distribución de actividades se recomienda la contratación de solo dos operarios esto se debe a que se trabaja con un sistema semiautomatizado.

### 3.17.3 Ejecución y análisis del modelo propuesto.

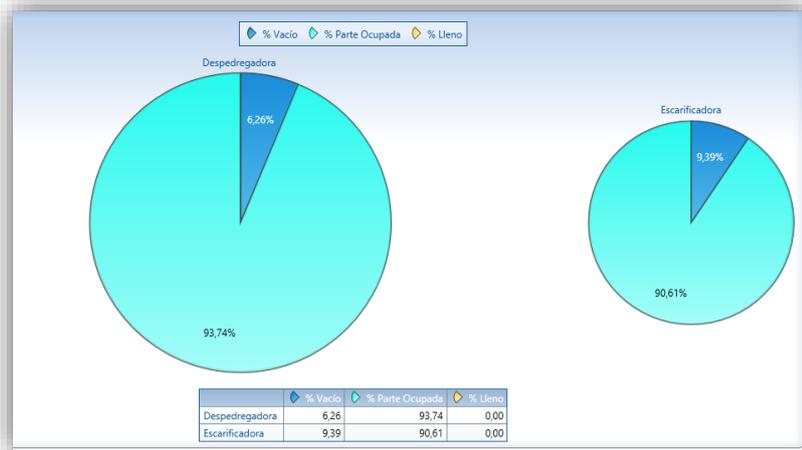
Una vez ejecutada la simulación con el fin de apreciar una representación virtual cercana a la realidad se puede verificar que bajo los parámetros de tiempos y actividades establecidas en el diagrama de procesos el tiempo total de producción en la elaboración de 65 unidades se desarrolla en una jornada de 8 horas horas es decir 28800 segundos tiempo en que el selector óptico proceso la materia prima como se puede observar en la imagen.



**Figura 36-3.** Ejecución del modelo propuesto

**Realizado por:** Lorena Cauja

De la misma forma se análisis las diferentes locaciones para determinar el porcentaje de utilización de las máquinas obteniendo los siguientes resultados como se puede observar en el grafico.

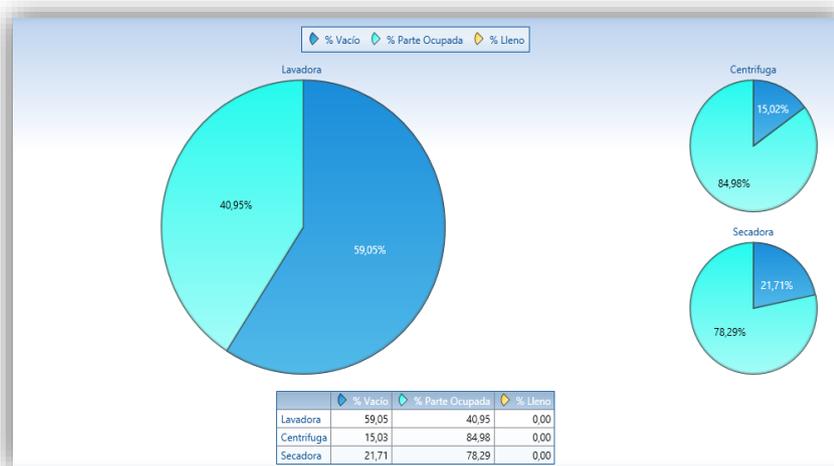


**Figura 37-3.** Porcentaje de actividad de las máquinas del área n3

**Realizado por:** Lorena Cauja

La máquina despedregadora tiene un 93,74% de actividad y 6,26% de inactividad; mientras que la máquina escarificadora tiene un 90,61% de actividad y 9,39% de inactividad con esto se puede concluir que durante el proceso de elaboración la mayor parte del tiempo ciclo las máquinas están en funcionamiento.

De la misma forma se analizó las máquinas lavadora, centrífuga y secadora.



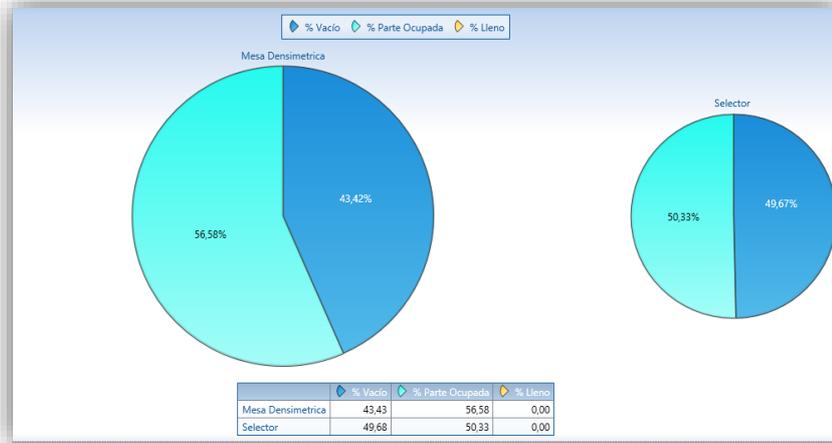
**Figura 38-3.** Porcentaje de actividad de las máquinas del área n4

**Realizado por:** Lorena Cauja

Como se puede observar en la figura la máquina lavadora representa un 40,95% de actividad y un 59,09% de inactividad, la máquina centrífuga representa un 84,98% de actividad y 15,02% de inactividad mientras que la máquina secadora representa un 79,28% de actividad y un 21,71% de

inactividad concluyendo que la mayor parte del proceso las máquinarias se encuentran en actividad.

Al analizar las máquinas de clasificación y reproceso se obtuvo los siguientes resultados.

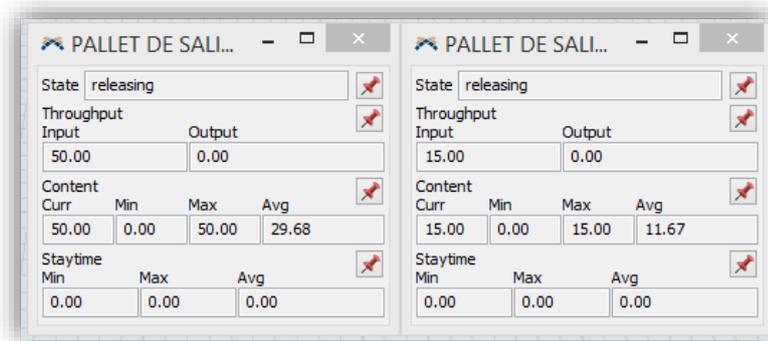


**Figura 39-3.** Porcentaje de actividad de las máquinarias del área n5

**Realizado por:** Lorena Cauja

Como se puede observar las máquinas de clasificación y reproceso como son mesa dénsimetrica y selector óptico trabajan un 56,58% y 50,33% respectivamente, mientras que tienen un 43,43% y 49,68% representa su inactividad dentro del proceso.

Para concluir con el análisis de resultados se tiene que durante el tiempo ciclo establecido por 8 horas se obtuvo como resultado un total de 65 unidades de 25,02 kg que fueron almacenadas en bodega de producto terminado como se puede observar en la siguiente grafica.

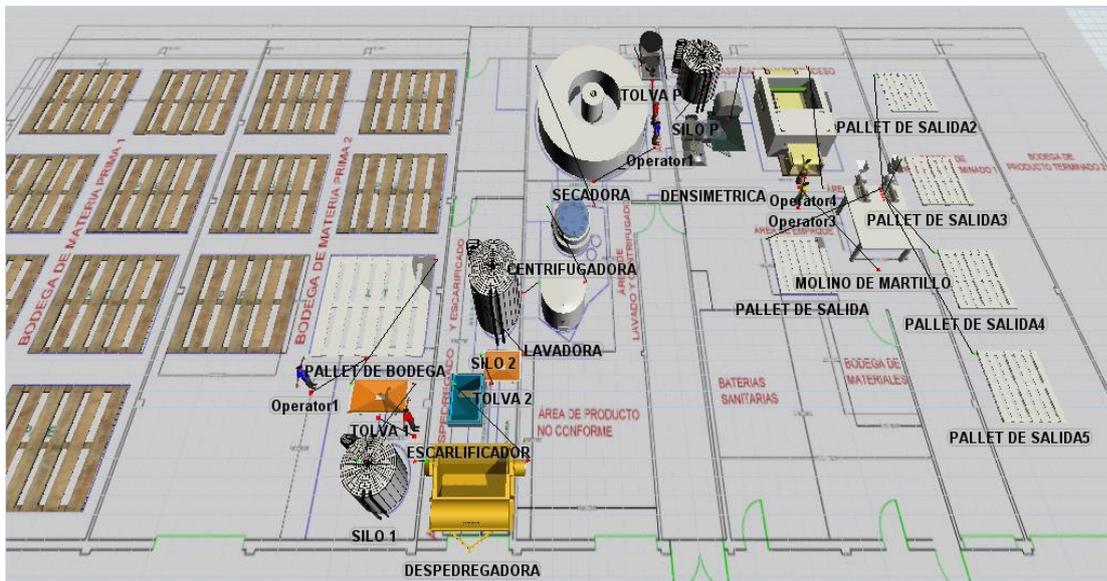


**Figura 40-3.** Unidades producidas

**Realizado por:** Lorena Cauja

### 3.17.4 Modelado de la línea de producción de harina de quinua

Para la elaboración de harina de quinua se propuso la implementación de un molino de martillos como se especificó anteriormente, de acuerdo a ello se realizó el modelado con las mismas características de la línea de producción de quinua incluyendo la nueva maquinaria como se puede visualizar en la figura 41-3.



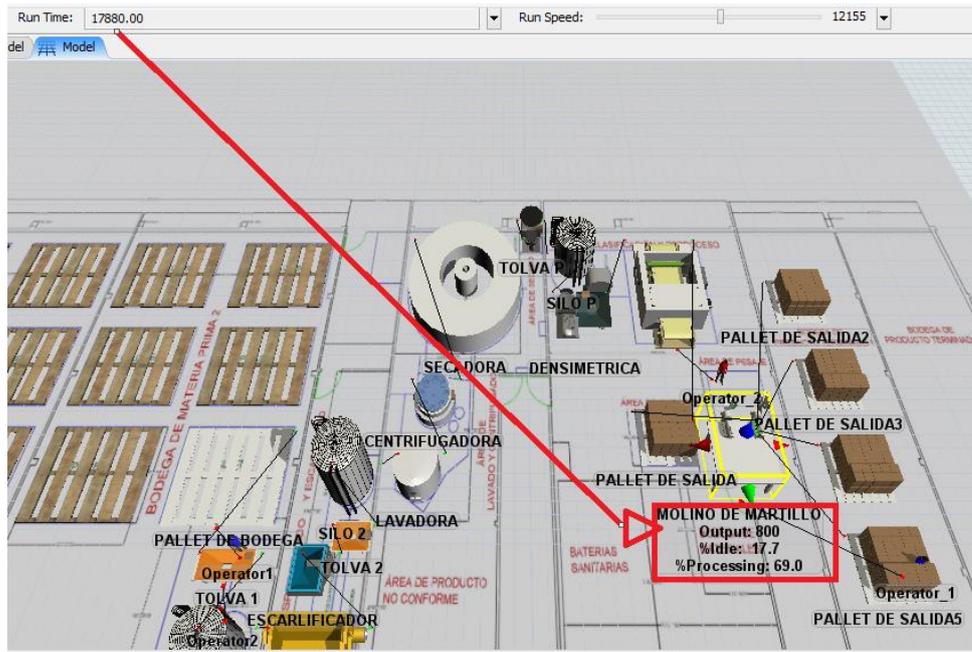
**Figura 41-3.** Modelado de la línea de producción de harina de quinua

**Realizado por:** Lorena Cauja

Se debe tomar muy en cuenta que ambas líneas de producción poseen características similares como maquinaria y personal operativo pero el tiempo de producción difiere el uno del otro.

### 3.17.5. Ejecución y análisis del modelo.

La simulación del proceso para la elaboración de harina de quinua en la empresa MAQUITA, a través de programa Flexsim permitió realizar diversos análisis de resultados, dentro de ello se pudo medir la cantidad de producción dentro del tiempo establecido.



**Figura 42-3.** Ejecución del modelo para laboración de harina de quinua

**Realizado por:** Lorena Cauja

Ejecutada la simulación se tuvo como resultado en un tiempo total de 17880 segundos la elaboración de 800 fundas de 1000 gr como se observa en la figura, el resultado revelo que bajo los parámetros de actividades y tiempos establecidos en el diagrama de procesos el resultado es el esperado.

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS

Una vez establecido el método propuesto para la producción industrial de quinua se realiza un análisis coparativo del método actual con respecto al método propuesto, obteniendo los resultados que se presentan a continuación.

#### 4.1 *Resultados de eliminar actividades y tiempos*

Realizado un análisis del método actual se obtuvo un total de 43 actividades dentro del sistema de producción y un tiempo estándar de 607 minutos , al realizar un nuevo estudio para la optimización del proceso se obtuvo un total de 33 actividades y un tiempo de 257 minutos como se muestra a continuación.

**Tabla 145-4:** Resumen de actividades y tiempos

	RESUMEN DE ACTIVIDADES Y TIEMPOS		
	ACTUAL	PROPUESTO	DISMINUCIÓN
ACTIVIDADES	43	33	10
TIEMPO (min)	607	257	350

Realizado por: Lorena Cauja

De esta forma se puede concluir que mediante la propuesta establecida se logra un decremento de 10 actividades y un tiempo total de 350 minutos que no agregan valor al proceso.

#### 4.2 *Resultados de Índice de Valor Agregado*

Se realizo un analisis del tiempo de valor agregado e índice de valor agregado una vez concluido el estudio de métodos y tiempos obteniendo de esta forma los siguientes resultados como se muestra a continuación.

**Tabla 2-4:** Resumen del índice de valor agregado

	RESUMEN DE ÍNDICE DE VALOR AGREGADO		
	ACTUAL	PROPUESTA	INCREMENTO
TVA (min)	401	183	
IVA	66%	71%	5%

Realizado por: Lorena Cauja

Concluyendo que existe un incremento del 5% dentro del índice de valor agregado de esta forma se logró determinar que existe una mejora dentro del proceso productivo.

#### **4.3 Resultados de % de utilización de los operarios**

Mediante un análisis exhaustivo se determinó el porcentaje de actividad por parte de los operarios con el método actual y realizado el estudio de optimización con la intervención tan solo de dos operarios.

**Tabla 3-4:** Resumen porcentaje de utilización de los operarios

	RESUMEN % DE UTILIZACIÓN DE LOS OPERARIOS		
	ACTUAL	PROPUESTA	INCREMENTO
NÚMERO DE OPERARIOS	6	2	
% UTILIZACIÓN	39%	82%	5%

Realizado por: Lorena Cauja

Como se puede observar al reducir el personal dentro del departamento de producción se puede verificar que existe mayor intervención de los operarios dentro del sistema, de esta forma al plantear una propuesta de optimización del personal operativo aumenta notablemente el tiempo de actividad de los operarios.

Concluyendo de esta forma que dentro de la línea de producción es necesario solo la intervención de dos operarios, se logra optimizar un total de 4 operarios, como se detalló anteriormente la empresa cuenta con dos operarios de planta dos de contrato temporal y dos provenientes de otras sucursales, es por ello que a la empresa le beneficia la intervención de los dos operarios de planta al conocer del proceso se evita que exista una demora en el proceso de producción.

#### **4.4 Resultados de los Índices de productividad**

Con el fin de evaluar los índices de productividad se analiza el método actual respecto al método propuesto. Para ello se toma en cuenta los recursos utilizados en la situación actual y propuesta. Actualmente la empresa cuenta con 6 operadores dentro del departamento de producción laborando 8 horas diarias y produciendo un total de 34 sacos de 25 kg en un tiempo de 607 minutos, mediante la optimización del proceso la empresa tendrá 2 operadores trabajando 8 horas diarias y produciendo un total de 34 sacos en un tiempo de 257 minutos.

#### 4.4.1 Productividad actual por lote de producción

$$\text{Productividad} = \frac{\text{producción obtenida}}{\text{tiempo de producción}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{10 \text{ quintales}}{10 \text{ horas } 7 \text{ minutos}} = \frac{1000 \text{ kg}}{607 \text{ min} \times 6 \text{ trabajadores}}$$

$$\text{Productividad} = 0,27 \frac{\text{kg}}{\text{min}} = 16,47 \text{ kg/hora}$$

Obteniendo de esta forma un total de 16,47 kg/hora de producto procesado en un tiempo total de 607 minutos y con la participación de 6 operarios.

#### 4.4.2 Productividad propuesta por lote de producción

$$\text{Productividad} = \frac{\text{producción obtenida}}{\text{tiempo de producción}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{10 \text{ quintales}}{4 \text{ horas } 17 \text{ min}} = \frac{1000 \text{ kg}}{257 \text{ min} \times 2 \text{ trabajadores}}$$

$$\text{Productividad} = 1,94 \frac{\text{kg}}{\text{min}} = 116,73 \text{ kg/hora}$$

La productividad propuesta con el estudio de métodos y tiempos para la Empresa MAQUITA es de 1,94 kg/min obteniendo de esta forma un total de 116,73 kg de quinua procesada.

#### 4.4.3 Analisis de la productividad actual vs propuesta

Al aprovechar la máxima capacidad de la maquinaria se incrementa la cantidad de producto procesado de quinua de 16,47 kg/hora a 116,73 kg/hora, el aumento en la productividad comparado al método actual será de 100,26 kg de producto por hora teniendo una mayor cantidad en el lote de producción.

**Tabla 446-4:** Resumen % de de utilización de los operarios

	RESUMEN % DE UTILIZACIÓN DE LOS OPERARIOS		
	ACTUAL	PROPUESTA	INCREMENTO
PRODUCTIVIDAD POR LOTE DE PRODUCCIÓN	16,47 Kg/hora	116,73 Kg/hora	100,26 Kg/hora

Realizado por: Lorena Cauja



**Grafico 1-4 :** Porcentaje de utilización del operario 1 y 2 dentro del tiempo ciclo

Realizado por: Lorena Cauja

#### 4.4.4 Productividad de la mano de obra utilizada

Para el analisis de productividad laboral se determina mediante la siguiente formula:

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Horas\ Hombre\ trabajadas}$$

Teniendo como datos las unidades producidas un total de 34 sacos en un tiempo de 10,07 horas se procede a realizar el calculo siguiente.

**Tabla 547-4:** Resumen de % de utilización de los operarios

	RESUMEN % DE UTILIZACIÓN DE LOS OPERARIOS		
	ACTUAL	PROPUESTA	INCREMENTO
PRODUCTIVIDAD LABORAL	3,38 costales/HH	8,15 costales/HH	42%

Realizado por: Lorena Cauja



**Grafico 2-4:** Incremento de la productividad laboral

Realizado por: Lorena Cauja

Mediante un análisis de productividad laboral existe un incremento de 3,38 sacos por cada hora-hombre y con la propuesta de optimización 8,15 sacos por hora-hombre. El cambio es debido a  $3,38/8,15 = 0,42$ , o un 42% de incremento en la productividad laboral.

#### 4.3.4.3 Resultados de la simulación del sistema de producción propuesto

Una vez realizado la ejecución del modelo propuesto se pudo corroborar la producción total en una jornada de trabajo de 8 horas obteniendo como resultado un total de 65 unidades que pasan a ser almacenadas en bodegas de producto terminado.

**Tabla 648-4:** Unidades producidas en una jornada laboral

	Metodología de métodos y tiempos (minutos)	Software de simulación Flexsim (segundos)	Unidades producidas
Tiempo total	480	28800	65

Realizado por: Lorena Cauja

#### 4.4.5 Resultados de la simulación en la elaboración de harina de quinua

Realizado el modelado del sistema de producción de harina de quinua y mediante su ejecución se logró obtener los siguientes resultados.

**Tabla 7-4:** Unidades producidas en la elaboración de harina de quinua

	Metodología de métodos y tiempos (minutos)	Software de simulación Flexsim (segundos)	Unidades producidas
Tiempo total	298	17880	800

Realizado por: Lorena Cauja

Obteniendo un total de 800 unidades de 1000 gr en un tiempo establecido de 298 minutos los cuales fueron almacenados en bodegas de producto terminado.

De esta forma se concluye que bajo los parámetros y condiciones de diseño establecidos se demuestra la factibilidad de la propuesta en la fabricación de harina de quinua.

## CONCLUSIONES

- Al analizar el sistema de producción de la empresa Maquita de la parroquia Calpi se pudo notar que los procesos no eran controlados de manera científica, si no de forma empírica contando con un total de 41 actividades dentro del proceso, el no aprovechamiento de la capacidad de las maquinarias provocaba altos tiempos de producción, la excesiva contratación de personal originaba que exista un bajo porcentaje de actividad por parte de los operarios; obteniendo un total de 39,2 y al mismo tiempo se generaba una baja productividad obteniendo un total de 16,47 kg/hora de quinua reprocesada.
- Mediante el estudio de métodos y tiempos se logró determinar el tiempo estándar del método actual y del método optimizado en la línea de reproceso de quinua obteniendo un tiempo estándar actual de 607 minutos y un tiempo estándar propuesto de 257 minutos, logrando disminuir un total de 350 minutos.
- Una vez desarrollado el nuevo método se logró eliminar actividades y tiempos innecesarios como 4 operaciones, 1 transporte, 1 demora y 4 inspecciones logrando reducir un total de 10 actividades que no aportan al tiempo de producción, a continuación se presenta un análisis comparativo de actividades del método actual vs método propuesto.
- Con el nuevo método de producción incrementó el número de unidades producidas, teniendo como producción actual un total de 540 unidades de 25,02 kg mensuales y en el sistema optimizado se obtendrá un total de 1300 unidades mensuales, logrando de esta forma un incremento del 42%.
- Mediante la representación del diagrama hombre máquina en las diferentes áreas de trabajo se logró determinar el porcentaje de actividad de los 6 operarios durante el tiempo ciclo, obteniendo de esta forma un total de 39% de actividad en el método actual de trabajo, al realizar la mejora del proceso y mediante la determinación del número de operarios se calculó un total de 2 operarios para el proceso productivo al ser un sistema semiautomatizado, de esta forma se obtuvo un total de 82% de actividad por parte del personal operativo, teniendo un incremento del 43%.
- Mediante la determinación del índice de valor agregado se pudo determinar el incremento que existe al realizar la eliminación de actividades que no agregan valor al producto, obteniendo de tal forma un incremento de 66% de valor agregado con el método actual y un 71% dentro del método propuesto, lo que significa que el proceso de producción se mejoró.

- Se obtuvo un notable incremento en la productividad de 16,47 kg/hora con el método actual y mediante el método propuesto se obtiene un total de 116,73kg/hora obteniendo un aumento de 100,26 kg/hora de quinua reprocesada.
- Se realizó un estudio técnico para la fabricación de harina como producto derivado de la quinua para lo cual se establecieron las diferentes actividades que conlleva realizar el proceso determinando un total de 39 actividades, conjuntamente se realizó el diagrama de análisis de procesos obteniendo un tiempo total de producción de 298 minutos es decir 4,97 horas para la elaboración de 800 fundas de 1000 gr.
- Se determinó el número de unidades que le empresa debe fabricar para poder cubrir los costos operativos y comenzar a obtener ganancias por el producto; calculando un total de 654 unidades, y obteniendo un precio de venta de 4 dólares con 97 centavos para su debida comercialización.
- Mediante la simulación en el software Flexsim se pudo cumplir con la propuesta de optimización la cual establece que en un tiempo ciclo de 8 horas se elabora un total de 65 unidades de 25,02 kg, de la misma forma se simuló la propuesta técnica en la elaboración de harina de quinua cumpliendo con lo señalado, la elaboración de 800 unidades en un tiempo de 4,97 horas, de esta forma podemos garantizar que la propuesta de optimización planteada en el siguiente trabajo es factible.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a la organización considerar el presente estudio técnico realizado para el procesamiento de quinua y la producción de harina ya que permitirá a la empresa “MAQUITA” optimizar su sistema de producción aprovechando de manera adecuada sus maquinarias y recursos a fin de aumentar la productividad.
- Dentro del departamento de producción se recomienda la intervención solo de dos operarios debido al tipo de maquinarias que se utiliza para el reprocesamiento de quinua.
- La empresa deberá realizar una inducción a todo personal nuevo a fin de dar a conocer como se desarrolla el proceso de producción y capacitar periódicamente al personal para un mejor desempeño de actividades y utilización de las maquinarias.

## BIBLIOGRAFÍA

**AGROINDUSTRIAL DANPER.** *La quinua, alimento con gran valor nutricional* [En línea]. 2015. [Consulta: 23 Abril 2019]. Disponible en: <http://www.danper.com/blog/la-quinua-alimento-gran-valor-nutricional/?fbclid=IwAR01aoPzxGnHXizws2uXVgs8bWtHjblIWBvOsnzcOIEuOpCs6MWQP1E8wp0>

**Arias Angulo, & Andrea Johanna.** 2017. Fomento a la producción de quinua y sus derivados para la diversificación de exportaciones no tradicionales en el período 2009-2015. [En línea] (Trabajo de titulación). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. 2017. pp 46 y 52. [Consulta: 29 de Abril de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13681/Disertaci%C3%B3n%20final%20Arias%20Andrea.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

**BOTANICAL ONLINE.** *Comparación nutricional quinoa y arroz* [En línea]. 22 de Abril de 2019. [Consulta: 27 Abril 2019]. Disponible en: [https://www.botanical-online.com/botanica/quinoa-caracteristicas?fbclid=IwAR38iH9pBVrvLuqKQmJBAWTCQeP\\_Fh6ucvq1JPeXZOJcZuZjhSBJSNa87oI](https://www.botanical-online.com/botanica/quinoa-caracteristicas?fbclid=IwAR38iH9pBVrvLuqKQmJBAWTCQeP_Fh6ucvq1JPeXZOJcZuZjhSBJSNa87oI).

**Cruelles Ruiz, José Agustín.** *Ingeniería Industrial. Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua.* México-México: Alfaomega, 2013. 978-607-707-651-3, pp. 438, 491, 507, 503-509.

**Cuatrecasas, Lluís.** *Ingeniería de Procesos y de Planta.* Barcelona-España: Profit, 2017. 978-84-16904-01-3, pp. 30-31.

**GESTIÓN.** *La nueva etapa de la quinua en EE.UU.: ¿se incluye en los menús de comida rápida?* [En línea]. 09 de Julio de 2018. [Consulta: 23 Abril 2019]. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/nueva-etapa-quinua-ee-uu-incluye-menus-comida-rapida-237817>

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS.** *INIAP "Pata de venado". Variedad de quinua precoz y de grano dulce* [En línea]. Quito-Ecuador: 2008. [Consulta: 24 de Abril de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2614/1/iniapscpl261.pdf>.

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS.** *INIAP TUNKAHUAN. Variedad mejorada de quinua de bajo contenido de saponina* [En línea]. Quito-

Ecuador: 2010. [Consulta: 24 Abril de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2639/1/iniapscpl345.pdf>

**LA VANGUARDIA.** *Quinoa: propiedades, beneficios y valor nutricional* [En línea]. 02 de Enero de 2019. [Consulta: 28 de Abril 2019]. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20190102/453829098310/quinoa-propiedades-beneficios-valor-nutricional.html>

**Lockyer, Keith.** *La Producción Industrial, su administración.* México-México: Alfaomega, 1993. 968-6062-92-0, pp. 167, 170 y 173.

**MAQUITA.** *Historia, Misión y Visión* [En línea]. Ecuador: 2018. [Consulta: 06 de Mayo 2019]. Disponible en: <http://maquita.com.ec/>

**Marathe, Jean Pierre; et al.** *Origen y Descripción de la Quinoa* [En línea]. [Consulta: 23 de Abril 2019]. Disponible en: [http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP\\_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro03/cap1.htm](http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro03/cap1.htm)

**Meyers, Fred.** *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil.* 2ª ed. México-México: Pearson Educación, 2000. 968-444-468-0, pp. 33, 58, 90-91.

**MIS PROYECTOS DE TECNOLOGÍA.** *Hoja de proceso* [blog]. 17 de Febrero de 2015. [Consulta: 24 de Abril 2019]. Disponible en: <http://www.misproyectosdetecnologia.com/hoja-de-proceso/>

**Mora Sornoza, Jared Daniel .** *Exportación de quinua* [blog]. 06 de Junio de 2018. [Consulta: 29 de Abril de 2019]. Disponible en: <http://comunidad.todocomercioexterior.com.ec/profiles/blogs/exportaci-n-de-quinua>

**Niebel, Benjamín.** *Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos.* 9ª ed. México-México: Alfaomega, 1996. 970-15-0217-5, pp. 7

**ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA.** *Guía de cultivo de la quinua* [En línea]. 2ª ed. Lima-Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2016. [Consulta: 23 de Abril de 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i5374s.pdf>

**ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA.** *Ingeniería Económica Aplicada a la Industria Pesquera: Costos de Producción* [En línea]. Roma: 1998. [Consulta: 23 de Abril de 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/v8490s/v8490s00.htm#Contents>

**ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA.** *Plataforma de información de la quinua* [En línea]. 2019. [Consulta: 23 de Abril de 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/in-action/quinoa-platform/quinoa/produccion-sostenible/en/>

**ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA.** *Quinua 2013 Año Internacional* [En línea]. Santiago de Chile: 2013. [Consulta: 18 de Abril 2019]. Disponible en: [http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/origin-and-history/es/?no\\_mobile=1](http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/origin-and-history/es/?no_mobile=1)

**Palacios Acero, Luis Carlos.** *Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos*. 2ª ed. Bogotá-Colombia: Ecoe Ediciones, 2016. 978-958-771-342-8, pp. 28, 102, 104, 109, 203, 206, 208, 308 y 309.

**Peralta, Eduardo.** *La Quinua en Ecuador "Estado del arte"* [En línea]. Quito-Ecuador: 2009. [Consulta: 24 de Abril 2019]. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/805/1/iniapsclgaq1.pdf>.

**QUINUA ECUADOR.** *Historia de la Quinua* [blog]. 05 de Agosto de 2012. [Consulta: 24 de Abril de 2019]. Disponible en: [https://quinuaecuador.blogspot.com/2012/08/historia-de-la-quinua\\_5.html?fbclid=IwAR34wSl3ZhusCem-MNmcaF1M1Bg2FSLIRvFcWakiZBmwvEMXTrUywfYHsf8](https://quinuaecuador.blogspot.com/2012/08/historia-de-la-quinua_5.html?fbclid=IwAR34wSl3ZhusCem-MNmcaF1M1Bg2FSLIRvFcWakiZBmwvEMXTrUywfYHsf8)

**Riggs, James L.** *Sistemas de producción. Planeación, análisis y control*. México-México: LIMUSA, 1998. 968-18-4878-0, pp. 29, 347, 351, 352 y 625.

**Vásconez, José Vicente.** *Contabilidad práctica de costo industrial*. Quito-Ecuador: Cargraphics S.A Imprelibros, 1996. pp. 34-38.

# ANEXOS

**ANEXO A:** Cálculo para el número de mediciones a cronometrarse

**ACTIVIDAD N° 02**

El método estadístico, el cual brinda un nivel de confianza del 94,45% y un margen de error de  $\pm 5 \%$ , se detalla a continuación la actividad N° 2.

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{c \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Donde:

n: Número necesario de observaciones,

$\sum$ : Suma de los valores

c: Número de mediciones iniciales

x: Valor de las mediciones

**Tabla 1-A:** Toma de tiempos actividad N° 2

<b>TABLA N° 1</b>		
<b>Elemento 2</b>		<b>Desde tolva N°1 hasta SILO de Almacenamiento N° 1 mediante paletas rotatorias.</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	30	900
2	35	1225
3	35	1225
4	33	1089
5	30	900
6	39	1521
7	31	961
8	33	1089
9	29	841
10	37	1369
11	31	961
12	36	1296
13	32	1024
14	30	900
15	36	1296
<b>Sumatorias</b>	<b>497,00</b>	<b>16597</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{15(16597) - (497)^2}}{497} \right)^2$$

**n = 13**

### ACTIVIDAD N° 03

**Tabla 2-A:** Toma de tiempos actividad N° 3

<b>TABLA N° 2</b>		
<b>Elemento 3</b>		<b>Despedregado y escarificado para eliminación de residuos orgánicos y saponina.</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	88	7744
2	80	6400
3	87	7569
4	86	7396
5	79	6241
6	81	6561
7	79	6241
8	80	6400
9	69	4761
10	94	8836
11	80	6400
12	70	4900
13	79	6241
14	90	8100
15	81	6561
<b>Sumatorias</b>	<b>1223</b>	<b>100351</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(100351) - (1223)^2}}{1223} \right)^2$$

**n = 10**

## ACTIVIDAD N° 04

**Tabla 3-A:** Toma de tiempos actividad N° 4

<b>TABLA N° 3</b>		
<b>Elemento 4</b>		<b>Desde Área de despedregado y escarificado hasta SILO de Almacenamiento N° 2 por ducto transportador.</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	1,58	2,50
2	2	4
3	2	4
4	2	4
5	2	4
6	2	4
7	2	4
8	2	4
9	2	4
10	2	4
11	1,5	2,25
12	2	4
13	2	4
14	1,6	2,56
15	2	4
<b>Sumatorias</b>	<b>28,68</b>	<b>55</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(55) - (28,68)^2}}{2868} \right)^2$$

**n = 14**

## ACTIVIDAD N° 05

**Tabla 4-A:** Toma de tiempos actividad N° 5

<b>TABLA N° 4</b>		
<b>Elemento 5</b>		<b>Abrir llave de paso</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	1	1,00
2	1	1,00
3	1	1,00
4	2	4,00
5	1	1,00
6	1	1,00
7	1	1,00
8	2	4,00
9	1	1,00
10	1	1,00
11	1	1,00
12	1	1,00
13	1	1,00
14	1	1,00
15	1	1,00
<b>Sumatorias</b>	<b>17,00</b>	<b>21</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(21) - (17)^2}}{17} \right)^2$$

**n = 14**

## ACTIVIDAD N° 06

**Tabla 5-A:** Toma de tiempos actividad N° 6

<b>TABLA N° 5</b>		
<b>Elemento 6</b>		<b>Llenado de agua en máquina lavadora.</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	14	196
2	13	169
3	14	196
4	12	144
5	13	169
6	11	121
7	12	144
8	13	169
9	14	196
10	13	169
11	12	144
12	13	169
13	11	121
14	12	144
15	10	100
<b>Sumatorias</b>	<b>187</b>	<b>2351</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(2351) - (187)^2}}{187} \right)^2$$

**n = 14**

## ACTIVIDAD N° 07

**Tabla 6-A:** Toma de tiempos actividad N° 7

<b>TABLA N° 6</b>		
<b>Elemento 7</b>		<b>Inspección de dosificado de agua.</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	1,4	1,96
2	1,5	2,25
3	1,5	2,25
4	1,3	1,69
5	1,5	2,25
6	1,5	2,25
7	1,8	3,24
8	1,2	1,44
9	1,4	1,96
10	1,4	1,96
11	1,5	2,25
12	1,4	1,96
13	1,5	2,25
14	1,6	2,56
15	1,4	1,96
<b>Sumatorias</b>	<b>21,90</b>	<b>32</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(32) - (21,90)^2}}{21,90} \right)^2$$

**n = 13**

## ACTIVIDAD N° 08

**Tabla 7-A:** Toma de tiempos actividad N° 8

TABLA N° 7		
Elemento 8		Cerrar llave de paso
N° de Tomas	Lecturas del cronómetro en min ( $x$ )	Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro ( $x^2$ )
1	1	1,00
2	1	1,00
3	1	1,00
4	2	4,00
5	1	1,00
6	1	1,00
7	1	1,00
8	2	4,00
9	1	1,00
10	1	1,00
11	1	1,00
12	1	1,00
13	1	1,00
14	1	1,00
15	1	1,00
<b>Sumatorias</b>	17,00	21

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(21) - (17)^2}}{17} \right)^2$$

**n = 14**

## ACTIVIDAD N° 09

**Tabla 8-A:** Toma de tiempos actividad N° 9

<b>TABLA N° 8</b>		
<b>Elemento 9</b>		<b>Abrir ducto transportador</b>
N° de Tomas	Lecturas del cronómetro en min ( $x$ )	Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro ( $x^2$ )
1	2	4,00
2	2	4,00
3	2	4,00
4	2	4,00
5	1	1,00
6	2	4,00
7	2	4,00
8	2	4,00
9	2	4,00
10	2	4,00
11	2	4,00
12	2	4,00
13	2	4,00
14	1	1,00
15	2	4,00
<b>Sumatorias</b>	<b>28,00</b>	<b>54</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(54) - (28)^2}}{28} \right)^2$$

**n = 14**

## ACTIVIDAD N° 10

**Tabla 9-A:** Toma de tiempos actividad N° 10

<b>TABLA N° 9</b>		
<b>Elemento 10</b>		<b>Dosificado y lavado de quinua</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	4	16
2	4	16
3	5	25
4	4	16
5	5	25
6	4	16
7	5	25
8	5	25
9	5	25
10	5	25
11	5	25
12	5	25
13	5	25
14	5	25
15	5	25
<b>Sumatorias</b>	<b>71</b>	<b>339</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(339) - (71)^2}}{71} \right)^2$$

**n = 14**

## ACTIVIDAD N° 11

**Tabla 10-A:** Toma de tiempos actividad N° 11

<b>TABLA N° 10</b>		
<b>Elemento 11</b>		<b>Cerrar ducto transportador</b>
N° de Tomas	Lecturas del cronómetro en min ( $x$ )	Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro ( $x^2$ )
1	2	4,00
2	2	4,00
3	2	4,00
4	2	4,00
5	2	4,00
6	2	4,00
7	2	4,00
8	2	4,00
9	2	4,00
10	2	4,00
11	1	1,00
12	1	1,00
13	2	4,00
14	2	4,00
15	2	4,00
<b>Sumatorias</b>	<b>28,00</b>	<b>54</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(54) - (28)^2}}{28} \right)^2$$

**n = 14**

## ACTIVIDAD N° 12

**Tabla 11-A:** Toma de tiempos actividad N° 12

<b>TABLA N° 11</b>		
<b>Elemento 12</b>		<b>Mover ducto transportador</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	1	1,00
2	1	1,00
3	1	1,00
4	1	1,00
5	1	1,00
6	1	1,00
7	2	4,00
8	1	1,00
9	1	1,00
10	1	1,00
11	1	1,00
12	1	1,00
13	1	1,00
14	1	1,00
15	1	1,00
<b>Sumatorias</b>	<b>16,00</b>	<b>18</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(18) - (16)^2}}{16} \right)^2$$

**n = 13**

### ACTIVIDAD N° 13

**Tabla 12-A:** Toma de tiempos actividad N° 13

<b>TABLA N° 12</b>		
<b>Elemento 13</b>		<b>Desde máquina lavadora a máquina centrifuga por ducto transportador.</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	5	25
2	5	25
3	5	25
4	4	16
5	5	25
6	4	16
7	4	16
8	5	25
9	5	25
10	5	25
11	5	25
12	5	25
13	5	25
14	4	16
15	5	25
<b>Sumatorias</b>	<b>71</b>	<b>339</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(339) - (71)^2}}{71} \right)^2$$

**n = 14**

## ACTIVIDAD N° 14

**Tabla 13-A:** Toma de tiempos actividad N° 14

<b>TABLA N° 13</b>		
<b>Elemento 14</b>		<b>Mover ducto trasportador</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	1	1,00
2	1	1,00
3	1	1,00
4	1	1,00
5	1	1,00
6	2	4,00
7	1	1,00
8	1	1,00
9	1	1,00
10	2	4,00
11	1	1,00
12	1	1,00
13	2	4,00
14	1	1,00
15	1	1,00
<b>Sumatorias</b>	<b>18,00</b>	<b>24</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(24) - (18)^2}}{18} \right)^2$$

**n = 13**

## ACTIVIDAD N° 15

**Tabla 14-A:** Toma de tiempos actividad N° 15

TABLA N° 14		
Elemento 1		Centrifugado de quinua
N° de Tomas	Lecturas del cronómetro en min ( $x$ )	Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro ( $x^2$ )
1	14	196
2	17	289
3	15	225
4	15	225
5	14	196
6	13	169
7	17	289
8	16	256
9	14	196
10	12	144
11	16	256
12	14	196
13	14	196
14	15	225
15	16	256
<b>Sumatorias</b>	<b>222</b>	<b>3314</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(3314)} - (222)^2}{222} \right)^2$$

**n = 14**

## ACTIVIDAD N° 16

**Tabla 15-A:** Toma de tiempos actividad N° 16

<b>TABLA N° 15</b>		
<b>Elemento 15</b>		<b>Sujeción de barra guía a canastilla perforada</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	2	4
2	2	4
3	2	4
4	2	4
5	1,5	2,25
6	2	4
7	2	4
8	2	4
9	1,5	2,25
10	2	4
11	2	4
12	2	4
13	2	4
14	2	4
15	2	4
<b>Sumatorias</b>	<b>29</b>	<b>57</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(57) - (29)^2}}{29} \right)^2$$

**n = 12**

## ACTIVIDAD N° 17

**Tabla 16-A:** Toma de tiempos actividad N° 17

<b>TABLA N° 16</b>		
<b>Elemento 17</b>		<b>Elevación de la canastilla perforada desde parte interior hasta punto de sujeción externo de la máquina centrífuga.</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	6	36
2	6	36
3	7	49
4	7	49
5	5	25
6	6	36
7	6	36
8	7	49
9	7	49
10	6	36
11	7	49
12	6	36
13	7	49
14	6	36
15	6	36
<b>Sumatorias</b>	<b>95</b>	<b>607</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(607) - (95)^2}}{95} \right)^2$$

**n = 14**

## ACTIVIDAD N° 18

**Tabla 17-A:** Toma de tiempos actividad N° 18

<b>TABLA N° 17</b>		
<b>Elemento 1</b>		<b>Giro de canastilla perforada</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	1,4	1,96
2	1,5	2,25
3	1,5	2,25
4	1,3	1,69
5	1,5	2,25
6	1,5	2,25
7	1,8	3,24
8	1,2	1,44
9	1,4	1,96
10	1,4	1,96
11	1,5	2,25
12	1,4	1,96
13	1,5	2,25
14	1,6	2,56
15	1,4	1,6
<b>Sumatorias</b>	<b>21,90</b>	<b>32</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(32) - (21,90)^2}}{21,90} \right)^2$$

**n = 13**

## ACTIVIDAD N° 19

Tabla 18-A Toma de tiempos actividad N° 19

TABLA N° 18		
Elemento 19		Inspecciones de sujeciones externas en canastilla perforada
N° de Tomas	Lecturas del cronómetro en min ( $x$ )	Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro ( $x^2$ )
1	1	1
2	1	1
3	1	1
4	1	1
5	1	1
6	1	1
7	1	1
8	1	1
9	1	1
10	1	1
11	1	1
12	1	1
13	1	1
14	1	1
15	1	1
<b>Sumatorias</b>	<b>15</b>	<b>15</b>

Realizado por: Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(15) - (15)^2}}{15} \right)^2$$

**n = 0**

## ACTIVIDAD N° 20

**Tabla 19-A** Toma de tiempos actividad N° 20

<b>TABLA N° 19</b>		
<b>Elemento 20</b>		<b>Desde sujeción externa de la máquina centrífuga hasta caballete metálico.</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	2	4
2	2,4	5,76
3	2	4
4	2,4	5,76
5	2	4
6	2,5	6,25
7	2	4
8	2	4
9	2,5	6,25
10	2	4
11	2,4	5,76
12	2	4
13	2,3	5,29
14	2	4
15	2	4
<b>Sumatorias</b>	<b>32,50</b>	<b>71</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(71) - (32,50)^2}}{32,50} \right)^2$$

**n = 15**

## ACTIVIDAD N° 21

**Tabla 20-A:** Toma de tiempos actividad N° 21

<b>TABLA N° 20</b>		
<b>Elemento 21</b>		<b>Desde caballete metálico hasta Área de secado con pala barredera</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	2	4
2	2,4	5,76
3	2,4	5,76
4	2,5	6,25
5	2	4
6	2,1	4,41
7	2,4	5,76
8	2	4
9	2,2	4,84
10	2,5	6,25
11	2	4
12	2,2	4,84
13	2	4
14	2	4
15	2,4	5,76
<b>Sumatorias</b>	<b>33,10</b>	<b>74</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(74) - (33,10)^2}}{33,10} \right)^2$$

**n = 13**

## ACTIVIDAD N° 22

**Tabla 21-A:** Toma de tiempos actividad N° 22

<b>TABLA N° 21</b>		
<b>Elemento 22</b>		<b>Dispersión de quinua en máquina secadora.</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	1,2	1,44
2	1,3	1,69
3	1,1	1,21
4	1,3	1,69
5	1,2	1,44
6	1,1	1,21
7	1,2	1,44
8	1,1	1,21
9	1,5	2,25
10	1,4	1,96
11	1,1	1,21
12	1,2	1,44
13	1,2	1,44
14	1,2	1,44
15	1,2	1,44
<b>Sumatorias</b>	<b>18,30</b>	<b>23</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(23) - (18,30)^2}}{18,30} \right)^2$$

**n = 13**

## ACTIVIDAD N° 23

**Tabla 22-A:** Toma de tiempos actividad N° 23

<b>TABLA N° 22</b>		
<b>Elemento 23</b>		<b>Secado de quinua</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	89	7921
2	80	6400
3	80	6400
4	89	7921
5	90	8100
6	69	4761
7	80	6400
8	80	6400
9	79	6241
10	79	6241
11	96	9216
12	69	4761
13	80	6400
14	91	8281
15	80	6400
<b>Sumatorias</b>	<b>1231</b>	<b>101843</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(101843) - (1231)^2}}{1231} \right)^2$$

**n = 13**

## ACTIVIDAD N° 24

**Tabla 23-A** Toma de tiempos actividad N° 24

<b>TABLA N° 23</b>		
<b>Elemento 1</b>		<b>Inspección del porcentaje de humedad</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	4	16
2	4	16
3	4	16
4	3	9
5	4	16
6	4	16
7	4	16
8	4	16
9	3	9
10	4	16
11	4	16
12	4	16
13	4	16
14	4	16
15	4	16
<b>Sumatorias</b>	<b>58</b>	<b>226</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(226) - (58)^2}}{58} \right)^2$$

**n = 12**

## ACTIVIDAD N° 25

**Tabla 24-A:** Toma de tiempos actividad N° 25

<b>TABLA N° 24</b>		
<b>Elemento 25</b>		<b>Enfriado</b>
N° de Tomas	Lecturas del cronómetro en min ( $x$ )	Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro ( $x^2$ )
1	29	841
2	24	576
3	32	1024
4	30	900
5	29	841
6	30	900
7	30	900
8	29	841
9	29	841
10	24	576
11	32	1024
12	30	900
13	32	1024
14	31	961
15	32	1024
<b>Sumatorias</b>	<b>443</b>	<b>13173</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(13173) - (443)^2}}{443} \right)^2$$

**n = 11**

## ACTIVIDAD N° 26

**Tabla 25-A** Toma de tiempos actividad N° 26

<b>TABLA N° 25</b>		
<b>Elemento 26</b>		<b>Desde máquina secadora hacia tolva N°2.</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	60	3600
2	62	3844
3	62	3844
4	49	2371
5	44	1961
6	58	3314
7	60	3600
8	55	3025
9	49	2401
10	59	3481
11	55	3025
12	59	3481
13	61	3721
14	60	3600
15	60	3600
<b>Sumatorias</b>	<b>852,57</b>	<b>48871</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(48871) - (852,57)^2}}{852,57} \right)^2$$

**n = 14**

## ACTIVIDAD N° 27

**Tabla 26-A:** Toma de tiempos actividad N° 27

<b>TABLA N° 26</b>		
<b>Elemento 27</b>		<b>Desde tolva N°2 hacia SILO de Almacenamiento N°3 por ducto transportador</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	27	729
2	28	784
3	28	784
4	22	484
5	20	400
6	26	676
7	24	576
8	25	625
9	26	676
10	28	784
11	25	625
12	27	729
13	28	784
14	2	676
15	25	625
<b>Sumatorias</b>	<b>385</b>	<b>9957</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(9957) - (385)^2}}{385} \right)^2$$

**n = 12**

## ACTIVIDAD N° 28

**Tabla 27-A:** Toma de tiempos actividad N° 28

TABLA N° 27		
Elemento 28		Abrir ducto transportador
N° de Tomas	Lecturas del cronómetro en min ( $x$ )	Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro ( $x^2$ )
1	2	4,00
2	2	4,00
3	2	4,00
4	1	1,00
5	1	1,00
6	1	1,00
7	1	1,00
8	1	1,00
9	1	1,00
10	1	1,00
11	1	1,00
12	1	1,00
13	1	1,00
14	1	1,00
15	1	1,00
<b>Sumatorias</b>	18,00	24

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(24) - (18)^2}}{18} \right)^2$$

**n = 13**

## ACTIVIDAD N° 29

**Tabla 28-A** Toma de tiempos actividad N° 29

<b>TABLA N° 28</b>		
<b>Elemento 29</b>		<b>Clasificación de quinua mediante mesa densimétrica y selector óptico</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	68	4624
2	73	5329
3	68	4624
4	61	3721
5	68	4624
6	73	5329
7	73	5329
8	66	4357
9	50	2500
10	72	5184
11	70	4900
12	68	4624
13	73	5329
14	69	4761
15	69	4761
<b>Sumatorias</b>	<b>1021</b>	<b>69995</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(69995) - (1021)^2}}{1021} \right)^2$$

**n = 11**

### ACTIVIDAD N° 30

**Tabla 29-A** Toma de tiempos actividad N° 30

<b>TABLA N° 29</b>		
<b>Elemento 30</b>		<b>Transporte de sacos</b>
N° de Tomas	Lecturas del cronómetro en min ( $x$ )	Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro ( $x^2$ )
1	1	1,00
2	1	1,00
3	1	1,00
4	1	1,00
5	1	1,00
6	1	1,00
7	1	1,31
8	1	1,00
9	1	1,00
10	1	1,00
11	1	1,00
12	1	1,00
13	1	1,00
14	1	1,00
15	1	1,00
<b>Sumatorias</b>	<b>15,14</b>	<b>15,31</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(15,31) - (15,14)^2}}{15,14} \right)^2$$

**n = 2**

### ACTIVIDAD N° 31

**Tabla 30-A** Toma de tiempos actividad N° 31

<b>TABLA N° 29</b>		
<b>Elemento 31</b>		<b>Cerrar ducto transportador</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	1	1,00
2	1	1,00
3	1	1,00
4	1	1,00
5	1	1,00
6	1	1,00
7	1	1,00
8	1	1,00
9	1	1,00
10	1	1,00
11	1	1,00
12	2	4,00
13	1	1,00
14	1	1,00
15	1	1,00
<b>Sumatorias</b>	<b>16,00</b>	<b>18,00</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(18) - (16)^2}}{16} \right)^2$$

**n = 15**

## ACTIVIDAD N° 32

**Tabla 31-A:** Toma de tiempos actividad N° 32

TABLA N° 31		
Elemento 32		Transporte de sacos para reproceso
N° de Tomas	Lecturas del cronómetro en min ( $x$ )	Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro ( $x^2$ )
1	2	4,00
2	2	4,00
3	2	4,00
4	3	9,00
5	2	4,00
6	2	4,00
7	2	4,00
8	3	9,00
9	2	4,00
10	2	4,00
11	2	4,00
12	2	4,00
13	3	9,00
14	2	4,00
15	2	4,00
<b>Sumatorias</b>	<b>33,00</b>	<b>75,00</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(75) - (33)^2}}{33} \right)^2$$

**n = 15**

### ACTIVIDAD N° 33

**Tabla 32-A:** Toma de tiempos actividad N° 33

<b>TABLA N° 32</b>		
<b>Elemento 33</b>		<b>Reproceso de la quinua por selector óptico.</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	142	20164,00
2	182	33124,00
3	182	33124,00
4	143	20449,00
5	142	20164,00
6	169	28561,00
7	155	24025,00
8	177	31329,00
9	178	31684,00
10	152	23104,00
11	181	32761,00
12	157	24649,00
13	162	26244,00
14	182	33124,00
15	182	33124,00
<b>Sumatorias</b>	<b>2486,00</b>	<b>415630</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(415630) - (2486)^2}}{2486} \right)^2$$

**n = 14**

## ACTIVIDAD N° 34

**Tabla 33-A:** Toma de tiempos actividad N° 34

<b>TABLA N° 33</b>		
<b>Elemento 34</b>		<b>Transporte de sacos de 25 kg</b>
N° de Tomas	Lecturas del cronómetro en min ( $x$ )	Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro ( $x^2$ )
1	2,0	4,00
2	2,0	4,00
3	2,4	5,76
4	2,0	4,00
5	2,1	4,41
6	2,1	4,41
7	2,3	5,22
8	2,0	4,00
9	2,0	4,00
10	2,4	5,76
11	2,0	4,00
12	2,0	4,00
13	2,5	6,25
14	2,0	4,00
15	2,2	4,84
<b>Sumatorias</b>	<b>31,99</b>	<b>69</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(69) - (31,99)^2}}{31,99} \right)^2$$

**n = 13**

### ACTIVIDAD N° 35

**Tabla 34-A:** Toma de tiempos actividad N° 35

TABLA N° 34		
Elemento 35		Cerrar ducto transportador
N° de Tomas	Lecturas del cronómetro en min ( $x$ )	Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro ( $x^2$ )
1	1	1,00
2	1	1,00
3	1	1,00
4	1	1,00
5	1	1,00
6	1	1,00
7	2	4,00
8	2	4,00
9	1	1,00
10	1	1,00
11	2	4,00
12	1	1,00
13	1	1,00
14	1	1,00
15	1	1,00
<b>Sumatorias</b>	18,00	24

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(24) - (18)^2}}{18} \right)^2$$

**n = 14**

## ACTIVIDAD N° 36

**Tabla 35-A:** Toma de tiempos actividad N° 36

<b>TABLA N° 35</b>		
<b>Elemento 36</b>		<b>Desde el Área de reproceso hacia Área de pesaje</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	2	4,00
2	2	4,00
3	2	4,00
4	2	4,00
5	2	4,00
6	2	4,00
7	2	4,00
8	2	4,00
9	2	4,00
10	2	4,00
11	2	4,00
12	2	4,00
13	2	4,00
14	2	4,00
15	2	4,00
<b>Sumatorias</b>	<b>30</b>	<b>60</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(60) - (30)^2}}{30} \right)^2$$

**n = 0**

## ACTIVIDAD N° 37

**Tabla 36-A:** Toma de tiempos actividad N° 37

<b>TABLA N° 36</b>		
<b>Elemento 37</b>		<b>Pesaje de ensacado final</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	1	1,00
2	1	1,00
3	1	1,00
4	1	1,00
5	1	1,00
6	1	1,00
7	1	1,00
8	1	1,00
9	1	1,00
10	1	1,00
11	1	1,00
12	1	1,00
13	1	1,00
14	1	1,00
15	1	1,00
<b>Sumatorias</b>	15,00	15

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(15) - (15)^2}}{15} \right)^2$$

**n = 0**

### ACTIVIDAD N° 38

**Tabla 37-A:** Toma de tiempos actividad N° 38

<b>TABLA N° 37</b>		
<b>Elemento 38</b>		<b>Inspección de peso a 25.02 kg.</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	6	36,00
2	7	49,00
3	7	49,00
4	6	36,00
5	6	36,00
6	7	49,00
7	6	36,00
8	7	49,00
9	6	36,00
10	7	49,00
11	7	49,00
12	7	49,00
13	6	36,00
14	6	36,00
15	6	36,00
<b>Sumatorias</b>	<b>97,00</b>	<b>631</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(631) - (97)^2}}{97} \right)^2$$

**n = 10**

### ACTIVIDAD N° 39

**Tabla 38-A:** Toma de tiempos actividad N° 39

TABLA N° 38		
Elemento 39		Desde Área de pesaje hacia Área de Empaque
N° de Tomas	Lecturas del cronómetro en min (x)	Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x <sup>2</sup> )
1	1	1,00
2	1	1,00
3	1	1,00
4	1	1,00
5	1	1,00
6	1	1,00
7	1	1,00
8	1	1,00
9	1	1,00
10	1	1,00
11	1	1,00
12	1	1,00
13	1	1,00
14	1	1,00
15	1	1,00
<b>Sumatorias</b>	15,00	15

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(15) - (15)^2}}{15} \right)^2$$

**n = 0**

## ACTIVIDAD N° 40

**Tabla 39-A:** Toma de tiempos actividad N° 40

<b>TABLA N° 39</b>		
<b>Elemento 40</b>		<b>Empacado de costales</b>
N° de Tomas	Lecturas del cronómetro en min ( $x$ )	Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro ( $x^2$ )
1	30	900,00
2	34	1156,00
3	34	1156,00
4	27	729,00
5	30	900,00
6	32	1024,00
7	30	900,00
8	31	961,00
9	33	1089,00
10	34	1156,00
11	30	900,00
12	32	1024,00
13	33	1089,00
14	32	1024,00
15	30	900,00
<b>Sumatorias</b>	<b>472,00</b>	<b>14908</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(14908) - (472^2)}}{472} \right)^2$$

**n = 6**

## ACTIVIDAD N° 41

**Tabla 40-A:** Toma de tiempos actividad N° 41

<b>TABLA N° 40</b>		
<b>Elemento 41</b>		<b>Traslado de producto terminado</b>
<b>N° de Tomas</b>	<b>Lecturas del cronómetro en min (x)</b>	<b>Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro (x<sup>2</sup>)</b>
1	5	25,00
2	4	16,00
3	5	25,00
4	4	16,00
5	5	25,00
6	5	25,00
7	5	25,00
8	5	25,00
9	5	25,00
10	4	16,00
11	5	25,00
12	5	25,00
13	5	25,00
14	5	25,00
15	5	25,00
<b>Sumatorias</b>	<b>72,00</b>	<b>348</b>

**Realizado por:** Lorena Cauja

$$n = \left( \frac{40\sqrt{15(348) - (72)^2}}{72} \right)^2$$

**n = 11**

## ANEXO B: Maquinaria recomendada para el molido de quinua

### FICHATECNICA: MOLINOSDEMARTILLOS

#### I. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Equipo para moler quinua. Cámara de triturado formado por un juego de martillos. Aspiradora incorporada que neumáticamente transporta el producto al ciclón principal. Ciclón principal con sistema de válvula de gozne que no requiere amarre de costal. Motor incorporado sobre una plataforma deslizante que no requiere desajuste de pernos para el cambio de velocidad de trabajo (polea- faja). Dispositivos adecuados para anclaje. Acabado sanitario.

#### II. DATOS TÉCNICOS

<b>Marca</b>	TEESIN SAC
<b>Modelo</b>	MOLINO DE MARTILLOS
<b>Potencia (HP)</b>	9.38
<b>Productividad</b>	0.9-1.1 TM de quinua molida/ hora
<b>Voltaje (voltios)</b>	220 – 380 – 440
<b>Suministro</b>	Trifásico
<b>Vida útil</b>	7.000 horas de operación
<b>Peso (Kg.)</b>	420
<b>Dimensiones</b>	2m x 1,2m x 1,2m Aprox.

#### III. COSTOS DE FUNCIONAMIENTO

<b>Costo de electricidad S/. / hora</b>	35.0 kW* h/TM de quinua molida tarifa BT5B (0.40kwh)
<b>Repuestos que utiliza la máquina</b>	Zaranda, fajas, martillos, etc.
<b>Insumos para la Máquina</b>	¼ litro grasa para la máquina
<b>Mano de obra Necesaria</b>	Requiere de una persona para ser operado

#### IV. RECOMENDACIONES

##### Regulaciones

- Finura de molienda, cambiando zaranda

##### Mantenimiento

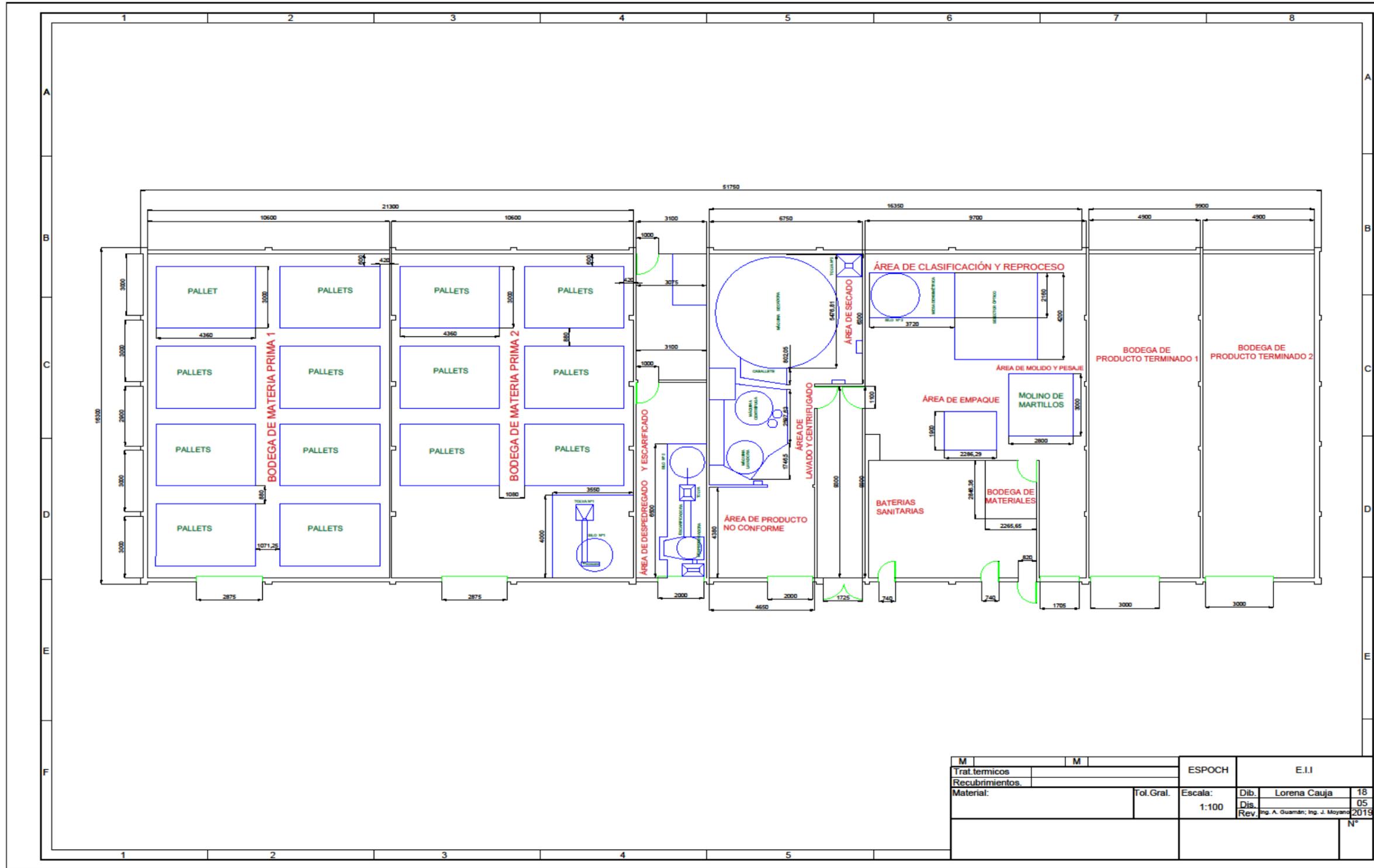
- Revisión de estado de los martillos
- Revisión de tensión de fajas de transmisión
- Verificar estanqueidad de uniones

#### V. DONDE SE PUEDE COMPRAR

<b>Empresa que comercializa</b>	TEESIN SAC
<b>Costo aproximado de la máquina</b>	S/. 12,920.00 (Incluye IGV) \$ 3822,64
<b>Garantía</b>	1 año
<b>Dirección tienda</b>	Av. Ramón Castilla 1008 PJ Francisco Bolognesi, Cayma Arequipa
<b>Teléfonos</b>	(054)349326 9593241813 959323938
<b>Dirección electrónica</b>	teesinsac@hotmail.es



ANEXO C: Distribución propuesta para fabricación de harina de quinua



M	M	ESPOCH	E.I.I	
Trat. térmicos				
Recubrimientos				
Material:	Tol. Gral.	Escala:	Dib. Lorena Cauja	18
		1:100	Dis. Ing. A. Guzmán; Ing. J. Moyano	05
			Rev.	2019
				N°

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS PARA**  
**EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN**  
**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS**  
**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 11/11/2019

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Lorena Silvana Cauja Cali
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Mecánica
<b>Carrera:</b> Ingeniería Industrial
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Industrial
<b>f. Analista de bibliotecas responsable:</b> Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo