



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

TEMA:

**“ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO A TRAVÉS DE MÉTODOS DE TIEMPOS Y
MOVIMIENTOS EN EL ÁREA DE CONFECCIÓN DE VESTIDOS DEL TALLER
TEXTIL NANTU TAMIA PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN”**

AUTOR: Edwin Rolando Jimbo Santellán

DIRECTOR: Ing. Carlos Alberto Machado Orges

Ibarra – Ecuador

2017



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1002870127		
APELLIDOS Y NOMBRES:	EDWIN ROLANDO JIMBO SANTELLAN		
DIRECCIÓN:	Ibarra- El Sagrario-Los Ceibos-Vía a Santa Rosa y Av. el Retorno		
EMAIL:	jimborolando8580@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062 511 394	TELÉFONO MÓVIL:	0968228581
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	“ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO A TRAVÉS DE MÉTODOS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL ÁREA DE CONFECCIÓN DE VESTIDOS DEL TALLER TEXTIL NANTU TAMIA PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN”		
AUTOR:	EDWIN ROLANDO JIMBO SANTELLAN		
FECHA:	Enero 20117		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO		
TITULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO INDUSTRIAL		
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. CARLOS A. MACHADO ORGES		

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, EDWIN ROLANDO JIMBO SANTELLÁN, con cédula de identidad Nro. 100287012-7, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los..... días del mes de..... de 20.....

EL AUTOR:

Firma.....

Nombre: Edwin Rolando Jimbo Santellán

Cédula: 100287012-7

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

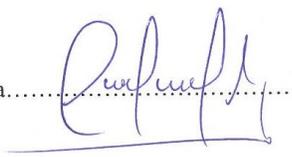
Yo, EDWIN ROLANDO JIMBO SANTELLÁN, con cédula de identidad Nro. 100287012-7, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los...17..... días del mes de...Febrero... de 2017.....

EL AUTOR:

Firma..........

Nombre: Edwin Rolando Jimbo Santellán

Cédula: 100287012-7



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, EDWIN ROLANDO JIMBO SANTELLÁN, con cédula de identidad Nro. 100287012-7, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: “ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO A TRAVÉS DE MÉTODOS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL ÁREA DE CONFECCIÓN DE VESTIDOS DEL TALLER TEXTIL NANTU TAMIA PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN”, que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERO INDUSTRIAL en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los..... días del mes de..... de 20.....

(Firma).....

Nombre: Edwin Rolando Jimbo Santellán

Cédula: 100287012-7



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, EDWIN ROLANDO JIMBO SANTELLÁN, con cédula de identidad Nro. 100287012-7, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: “ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO A TRAVÉS DE MÉTODOS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL ÁREA DE CONFECCIÓN DE VESTIDOS DEL TALLER TEXTIL NANTU TAMIA PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN”, que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERO INDUSTRIAL en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 17..... días del mes de Febrero... de 2017.....

(Firma).....
Nombre: Edwin Rolando Jimbo Santellán
Cédula: 100287012-7



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

Ing. Carlos Alberto Machado Orges, Director de la Tesis de Grado desarrollada por el señor estudiante Edwin Rolando Jimbo Santellán

CERTIFICA

Que, el Proyecto de Tesis de grado titulado: “ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO A TRAVÉS DE MÉTODOS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL ÁREA DE CONFECCIÓN DE VESTIDOS DEL TALLER TEXTIL NANTU TAMIA PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN”, ha sido realizado en su totalidad por el señor estudiante Edwin Rolando Jimbo Santellán bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniero Industrial. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

ING. CARLOS A. MACHADO ORGES

DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

Ing. Carlos Alberto Machado Orges, Director de la Tesis de Grado desarrollada por el señor estudiante Edwin Rolando Jimbo Santellán

CERTIFICA

Que, el Proyecto de Tesis de grado titulado: “ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO A TRAVÉS DE MÉTODOS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL ÁREA DE CONFECCIÓN DE VESTIDOS DEL TALLER TEXTIL NANTU TAMIA PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN”, ha sido realizado en su totalidad por el señor estudiante Edwin Rolando Jimbo Santellán bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniero Industrial. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

ING. CARLOS A. MACHADO ORGES

DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DEDICATORIA

A Dios por obsequiarme el regalo más maravilloso que es la vida, siendo el eterno guía en este camino de formación académica.

A mi padre Luis Alberto Jimbo Morales por la confianza puesta en mí, por la paciencia y los sacrificios hechos a lo largo de estos años.

A mi madre Carmela Santellán Chango por brindarme su apoyo firme e incondicional, por la fortaleza de su corazón, la bondad y amor infinito hacia sus hijos y tener el principio que con disciplina y sacrificio todo es posible.

A mi esposa por su paciencia y apoyo incondicional en los buenos y malos momentos

Edwin Rolando Jimbo Santellán



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser guía eterno y bondadoso en mi camino, que permitió alcanzar esta nueva etapa de mi vida.

A mis Padres Luis Alberto Jimbo Morales y Carmela Santellán Chango por ser un ejemplo de tenacidad y lucha infatigable para alcanzar mis sueños.

A mi esposa Katty Farinango por brindarme la paciencia y amor incondicional con su personalidad carismática y un toque perspicaz de genialidad que me ayuda a superar momentos difíciles.

A mis familiares y amigos por el apoyo absoluto y por sus buenos deseos.

A la Universidad Técnica del Norte por brindare la oportunidad de adquirir conocimientos tanto técnicos como humanistas que servirán en la vida profesional, de la misma manera a la carrera de Ingeniería Industrial por inculcar y fortalecer conocimientos técnicos necesarios para resolver problemas latentes en la sociedad.

Edwin Rolando Jimbo Santellán

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el área de producción de la microempresa NANTU TAMIA, dicha microempresa está dedicada a la confección de vestidos y blusas. En la mencionada investigación se puso mayor énfasis en la búsqueda de estrategias que permita aumentar la producción. Para ello se inicia con la compilación de información pertinente y necesaria referentes a estudio del trabajo lo que permite generar guías sólidas para la elaboración práctica de la investigación.

Una vez concluida la investigación bibliográfica, es de vital importancia realizar un diagnóstico que permita determinar la situación inicial de la microempresa, por tal razón se inicia el diagnóstico ayudados de diagramas del flujo procesos, estudio de métodos y tiempos, junto con el balance de la línea permitieron recopilar información valiosa para su posterior análisis.

Tras haber realizado el análisis de datos los resultados obtenidos mostraron la producción actual, las actividades realizadas por los operadores con su respectivo tiempo estándar y los costos que implica la producción de vestidos. Finalmente se propone la idea de una innovación tecnológica, lo que implica un cambio del método del trabajo, distribución de actividades y como resultado final conseguir un aumento de la producción.

SUMMARY

The present investigation was carried out in the production area of the NANTU TAMIA microenterprise, this microenterprise is dedicated to the preparation of dresses and blouses. In the aforementioned research, greater emphasis was placed on the search for strategies to increase production. To this end, it begins with the compilation of pertinent and necessary information related to work study, which allows the generation of solid guidelines for the practical elaboration of the research.

Once the bibliographic research is concluded, it is of vital importance to make a diagnosis that allows to determine the initial situation of the microenterprise, for that reason begins the diagnosis aided by diagrams of the flow processes, study of methods and times, together with the balance of the Valuable information for subsequent analysis.

After performing the data analysis, the results obtained showed the current production, the activities performed by the operators with their respective standard time and the costs involved in the production of dresses. Finally the idea of a technological innovation is proposed, which implies a change of the work method, distribution of activities and as a final result to increase production.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	ii
AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	iii
CONSTANCIAS.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL ASESOR.....	vii
DEDICATORIA	ix
AGRADECIMIENTO.....	x
RESUMEN	xi
SUMMARY.....	xii
1. GENERALIDADES.....	1
1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.OBJETIVOS	2
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	2
1.3.JUSTIFICACIÓN	2
1.4.ALCANCE	3
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1.ORGANIZACIÓN Y TRABAJO	4
2.1.1. ORGANIZACIÓN	4
2.1.2. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO (OT)	5
2.1.3. IMPORTANCIA DE LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	6
2.1.4. ESTUDIO DEL TRABAJO.....	6
2.1.5. ESTUDIO DE LOS MÉTODOS DEL TRABAJO	7
2.1.6. PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO DE MÉTODOS	8
2.2.PROCEDIMIENTO SISTEMÁTICO DEL ESTUDIO DE MÉTODOS	9
2.2.1. SELECCIÓN DE LA TAREA	9
2.2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS OPERACIONES SEGÚN SU TIPOLOGÍA	12
2.2.3. REGISTRO DEL MÉTODO.....	14
2.2.4. HERRAMIENTAS PARA EL REGISTRO DE INFORMACIÓN.....	14

2.2.5.	ANÁLISIS DE MÉTODOS.....	17
2.3.	MEDICIÓN DEL TRABAJO	19
2.3.1	TÉCNICAS DE MEDICIÓN DEL TRABAJO	20
2.3.2.	ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO	21
2.3.3.	EQUIPO PARA REALIZAR EL ESTUDIO DE TIEMPOS	21
2.3.4.	PASOS BÁSICOS PARA SU REALIZACIÓN	22
2.4.	PREPARACIÓN.....	23
2.5.	EJECUCIÓN.....	25
2.6.	ESCRUTINIO.....	31
2.6.1.	SUPLEMENTOS	32
2.6.2.	TIEMPO ESTÁNDAR	33
2.7.	TEORÍA DE LA MEDICIÓN DEL DESPILFARRO.....	34
2.7.1.	DESPILFARRO EN EL DISEÑO	34
2.7.2.	DESPILFARRO EN EL MÉTODO DE LA TAREA.....	35
2.7.3.	DESPILFARRO EN EL PROCESO.....	35
2.8.	BALANCE DE LÍNEA.....	36
3.	DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA MICROEMPRESA “NANTU TAMIA”	39
3.1.	RESEÑA HISTÓRICA.....	39
3.2.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MICROEMPRESA.....	40
3.2.1.	UBICACIÓN DE LA MICROEMPRESA	40
3.2.2.	PRODUCTOS QUE OFRECE LA MICROEMPRESA	41
3.3.	SELECCIÓN DEL PRODUCTO.....	42
3.3.1.	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	44
3.3.2.	MATERIA PRIMA PARA LA CONFECCIÓN DE VESTIDOS	45
3.3.3.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	46
3.4.	DIAGRAMAS DEL PROCESO.....	48
3.4.1.	DIAGRAMA SIPOC (PROVEEDOR, RECURSOS, PROCESOS, CLIENTE)	48
3.4.2.	DIAGRAMA DEL PROCESOS DE CONFECCIÓN	50

3.4.3.	DIVIDIR LAS ACTIVIDADES EN ELEMENTOS	51
3.5.	DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.....	53
3.5.1.	MAQUINARIA Y MUEBLES DE EMPRESA	57
3.5.2.	TALENTO HUMANO.....	58
3.5.3.	DIAGRAMA DE PROCESOS.....	59
3.6.	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS	60
3.7.	DIAGRAMA DE PROCESOS EN LA PLANTA	62
3.8.	NÚMERO DE OBSERVACIONES	63
3.8.1.	SELECCIÓN ALEATORIA DE LAS OBSERVACIONES	66
3.8.2.	CÁLCULO DEL TIEMPO NORMAL.....	66
3.8.3.	SUPLEMENTOS	126
3.8.4.	TIEMPO ESTÁNDAR	127
3.8.5.	ESTUDIO DE MÉTODOS.....	128
3.8.6.	PRODUCCIÓN	131
3.8.7.	COSTO DE MATERIA PRIMA	132
4.	DISEÑO Y PROPUESTA DE LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO QUE PERMITA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN EN LA MICROEMPRESA “NANTU TAMIA”.....	134
4.1.	CREATIVIDAD Y GENERACIÓN DE IDEAS	134
4.1.1	HALLAR EL PROBLEMA.....	134
4.2.	REDUCIR INSPECCIONES EN LA ACTIVIDAD DE ENCARRUJADO	137
4.3.	CORTE MANUAL DE LA TELA	138
4.4.	CUELLO DE BOTELLA EN LA OPERACIÓN UNIÓN HOMBRERA CON CUERPO	141
4.5.	EQUILIBRAR TAREAS EN EL ÁREA DE CONFECCIÓN	146
	CONCLUSIONES	156
	RECOMENDACIONES	157
	BIBLIOGRAFÍA	158

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 2.1: Estudio del Trabajo	7
FIGURA 2.2: Estudio del método	8
FIGURA 2.3: Esquema del procedimiento del estudio de métodos	9
FIGURA 2.4: Simbología del tipo de operaciones	13
FIGURA 2.5: Esquema segunda parte. Análisis de métodos	18
FIGURA 2.6: Lista de interrogatorio básico	19
FIGURA 2.7: Sistema de suplementos por descanso	33
FIGURA 3: Logotipo de confecciones Nantu Tamia	40
FIGURA 3.1: Ubicación de la empresa Nantu Tamia	41
FIGURA 3.2: Vestido en tela marquizeta	44
FIGURA 3.3: Macro proceso Artesanías "Nantu Tamia"	49
FIGURA 3.4: Proceso elaboración de vestido talla N° 8	50
FIGURA 3.5: Pasos para la confección de vestidos	51
FIGURA 3.6: Pasos para la confección de vestidos	52
FIGURA 3.7: Distribución de planta Vista superior	54
FIGURA 3.8: Vista frontal con elevación de 45°	55
FIGURA 3.9: Vista superior empresa Nantu Tamia	56
FIGURA 3.10: Diagrama de procesos de vestidos	59
FIGURA 3.11: Diagrama de procesos en la plata Nantu Tamia	62
FIGURA 4: Aplicación de los 5 por qué al problema inspecciones excesivas.	135
FIGURA 4.1: Aplicación de los 5 por qué al problema corte manual.	135
FIGURA 4.2: Aplicación de los 5 por qué al problema cuello de botella	136
FIGURA 4.3: Aplicación de los 5 por qué al problema desequilibrio entre tareas	136
FIGURA 4.4: Situación actual de las tareas programadas para los trabajadores	147
FIGURA 4.5: Propuesta de las tareas programadas para los trabajadores	148

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 2.1 Acciones que tienen lugar durante el proceso dado	15
Tabla 2.2 Simbología del tipo de operaciones	16
Tabla 2.3 Número de observaciones a realizar con la Tabla de Mundel	27
Tabla 2.4 Sumatoria de las mediciones iniciales.	28
Tabla 2.5 Rangos y medias para calcular observaciones	30
Tabla 2.6 Sistema de calificación Westinghouse	32
Tabla 3 Promedio de ventas de los productos	42
Tabla 3.1 Muebles y equipo de oficina	57
Tabla 3.2 Maquinaria utilizada para la confección de vestidos	57
Tabla 3.3 Personal que labora en la empresa	58
Tabla 3.4 Personal que labora en la empresa	58
Tabla 3.5 Diagrama de recorrido confección de vestido	60
Tabla 3.6 Resultados del diagrama de flujo de procesos	61
Tabla 3.7 Observaciones a realizar para el estudio de tiempos hoja 1	64
Tabla 3.8 Observaciones a realizar para el estudio de tiempos hoja 2	65
Tabla 3.9 Tiempo normal para tender tela.	67
Tabla 3.10 Datos inferior y superior de la operación Tender tela	68
Tabla 3.11 Frecuencia de los tiempos de tender tela en la mesa	69
Tabla 3.12 Tiempo normal en la operación tender tela.	70
Tabla 3.13 Datos inferior y superior de la operación Medir tela	71
Tabla 3.14 Frecuencia de los tiempos de tender tela en la mesa	72
Tabla 3.15 Resumen para determinar el tiempo normal en la operación medir.	73
Tabla 3.16 Frecuencia de los tiempos en la actividad corte de tela	75
Tabla 3.17 Tiempo normal en la actividad de corte	76
Tabla 3.18 Frecuencia de los tiempos en la actividad doblado de tela	78
Tabla 3.19 Tiempo normal en la operación doblar tela.	79
Tabla 3.20 Tiempo normal en la operación tender tela	81
Tabla 3.21 Tiempo normal en la operación medir tela para cuerpo	83
Tabla 3.22 Tiempo normal en la operación corte de tela.	85
Tabla 3.23 Tiempo normal en la operación medir tela para cuerpo	87
Tabla 3.24 Tiempo normal en la operación medir tela para cuerpo	89
Tabla 3.25 Tiempo normal en el elemento costura de filos de cuerpo	91
Tabla 3.26 Tiempo normal en el elemento costura de encaje	93
Tabla 3.27 Tiempo normal en el elemento costura de cinta	95
Tabla 3.28 Tiempo normal en el elemento costura de encaje campanita	97
Tabla 3.29 Tiempo normal en el elemento costura de extremos de cuerpo	99
Tabla 3.30 Tiempo normal en el elemento costura de extremos de bajera	101
Tabla 3.31 Tiempo normal en el elemento encarrujado de bajera	103
Tabla 3.32 Tiempo normal en el elemento inspección de encarrujado.	105
Tabla 3.33 Tiempo normal en el elemento encarrujado de cuerpo	107

Tabla 3.34 Tiempo normal en el elemento inspección del encarrujado de cuerpo.	109
Tabla 3.35 Tiempo normal en el elemento formar hombrera.	111
Tabla 3.36 Tiempo normal en el elemento inspección de hilos.	113
Tabla 3.37 Tiempo normal en el elemento costura hombrera con cuerpo	115
Tabla 3.38 Tiempo normal en el elemento costura de encaje lado1	117
Tabla 3.39 Tiempo normal en el elemento costura de encaje lado 2	119
Tabla 3.40 Tiempo normal en el elemento inspección de hilos	121
Tabla 3.41 Tiempo normal en el elemento costura de cuerpo y bajera.	123
Tabla 3.42 Tiempo normal en el elemento cortar hilos sueltos	125
Tabla 3.43 Valoración de los suplementos	126
Tabla 3.44 Tiempo estándar para la elaboración de vestidos	127
Tabla 3.45 Método para la elaboración de vestidos	130
Tabla 3.46 Resultados del método para la elaboración de vestidos	131
Tabla 3.47 Resumen de la producción por operaciones	132
Tabla 3.48 Costo de la materia prima para la confección de vestidos	133
Tabla 3.49 Resumen de sueldos pagados a los trabajadores	133
Tabla 3.50 Resumen de sueldos pagados a los trabajadores por hora	133
Tabla 4 Soluciones a los problemas encontrados.	137
Tabla 4.1 Propuesta de mejora en el proceso de confección	139
Tabla 4.2 Resumen de la propuesta del método de confección	140
Tabla 4.3 Resumen de la propuesta del método de confección	140
Tabla 4.4 Comparación del método anterior y método propuesto	141
Tabla 4.5 Descripción de las operaciones en la confección de vestidos	141
Tabla 4.6 Saturación del puesto de trabajo 1	142
Tabla 4.7 Saturación de los puestos de trabajo 2	142
Tabla 4.8 Saturación de los puestos de trabajo 3	142
Tabla 4.9 Resumen de la saturación de los puestos de trabajo	143
Tabla 4.10 Nuevo Método propuesto para la confección de vestidos	144
Tabla 4.11 Saturación del puesto 1 (nuevo método)	144
Tabla 4.12 Saturación del puesto 2 (nuevo método)	145
Tabla 4.13 Saturación del puesto 3 (nuevo método)	145
Tabla 4.14 Saturación de los puestos de trabajo	145
Tabla 4.15 Datos del diagnóstico de la línea en base al tiempo estándar	149
Tabla 4.16 Datos generales en base a la propuesta de mejora	151
Tabla 4.17 Resumen de datos generales en base a la propuesta de mejora	153

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Página
Ilustración 3:Blusa manga larga	41
Ilustración 3.1: Blusa manga corta	41
Ilustración 3.2: Blusa sin manga	41
Ilustración 3.3: Vestido sin mangas	42
Ilustración 3.4: Blusa sin manga	42
Ilustración 3.5: Blusa sin manga	42
Ilustración 3.6 muestra los productos más vendidos	43
Ilustración 3.7: Hilos	45
Ilustración 3.8: Encaje Chavelita	45
Ilustración 3.9:Tejido en crochet	45
Ilustración 3.10: Cinta	45
Ilustración 3.11: Encaje Campanita	45
Ilustración 3.12: Encaje piojito	45
Ilustración 3.13: Tela para confección	45
Ilustración 3.14: Corte de tela	46
Ilustración 3.15: Costura de filos	46
Ilustración 3.16: Costura de bajeras	46
Ilustración 3.17: Costura de cuerpo	47
Ilustración 3.18: Encarrujado de bajera y cuerpo	47
Ilustración 3.19: Armado de hombrera	48
Ilustración 3.20: Unión de piezas del vestido	48
Ilustración 4: Medida de la longitud de la bajera	137
Ilustración 4.1: Medida de la longitud del cuerpo del vestido	137
Ilustración 4.2: Corte de tela manual	138
Ilustración 4.3 Cutter circular	138
Ilustración 4.4: Cortadora circular.	138

ÍNDICE DE FÓRMULAS

	Página
Fórmula 1. Coeficiente de despilfarro	11
Fórmula 2: Tiempo normal	30
Fórmula 3: Número de intervalos	31
Fórmula 4: Incremento	32
Fórmula 5: Tiempo normal	32
Fórmula 6: Suplementos	32
Fórmula 7: Tiempo Estándar	33
Fórmula 8: Despilfarro en el método	35
Fórmula 9: Despilfarro en el proceso	35
Fórmula 10: Productividad monofactorial	38
Fórmula 11: Productividad multifactorial	38

CAPITULO I

1. GENERALIDADES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La microempresa “Nantu Tamia” se dedica a la confección de vestidos y blusas en tela de algodón, tiene una trayectoria de más de 7 años, tiempo en el cuál ha realizado sus actividades de manera artesanal. El inconveniente significativo del taller es que no cuenta con procesos estandarizados. Los procesos y actividades por parte del personal se realizan de manera empírica, ya que es la forma como el taller ha funcionado los últimos 7 años dando respuesta a la demanda del mercado nacional e internacional.

Al no existir un proceso estandarizado, no puede dar respuesta precisa del tiempo que le tomará finalizar el pedido de sus clientes, por lo cual, el taller recurre a la experticia por parte de la propietaria, en base a pedidos cumplidos con anterioridad, lo que en algunas ocasiones funciona, mientras que en otras ocasiones se requiere tiempo adicional para cumplir pedidos pendientes, ocasionando molestias e insatisfacción a los clientes.

Además se ha observado que al no existir actividades definidas a cada puesto de trabajo el personal pierde tiempo en preparar material, en corregir errores de costura, y como, el siguiente subproceso depende del anterior los tiempos improductivos son notorios en el proceso de confección de vestidos.

La experiencia del personal que trabaja en el taller data cerca de 5 a 7 años en donde las capacitaciones han sido esporádicas y no se ajustan en las actividades que realiza cada trabajador en ciertos subprocesos que marcan la diferencia de calidad frente a la competencia, pues, el armado de apliques bordados solo lo realiza una persona, esto genera un cuello de botella, los inventarios en proceso aumentan drásticamente, y el tiempo de entrega del pedido al cliente se prolonga.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL.

Realizar un estudio de la organización del trabajo a través de métodos y tiempos en el área de confección de vestidos de la microempresa “NANTU TAMIA” para aumentar la producción.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Establecer información que sirvan como base teórica pertinente y necesaria, relacionada con el estudio de métodos y tiempos para aumentar la producción en la microempresa “NANTU TAMIA”.
- Realizar un diagnóstico que permita conocer el proceso de confección y la producción actual del área de confección de vestidos en la microempresa “NANTU TAMIA”.
- Diseñar una propuesta de organización del trabajo que permita aumentar la producción en el área de confección de vestidos en el taller textil “NANTU TAMIA” utilizando métodos de tiempos y movimientos.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de esta investigación conseguirá generar beneficiarios a la propietaria de la microempresa “Nantu Tamia” ya que aumentará la producción de sus productos. Además será beneficiarios la población aledaña al taller de confecciones, puesto que se incrementaran plazas de trabajo que serán ocupadas por habitantes del sector, reduciendo así el desempleo y aumentando la estabilidad laboral.

El siguiente proyecto se enfatiza en generar y mantener fuentes de trabajo ya que todo ciudadano tiene derecho al trabajo como menciona el Artículo 33, sección octava de la Constitución de la República del Ecuador. Además se pretende mejorar la calidad de vida de las personas en la sociedad a través de un salario justo, con un ambiente laboral adecuado, y con un puesto de trabajo fijo y estable según el Artículo 276 numeral 1 y 2, Título VI régimen de desarrollo de la Constitución de la República del Ecuador.

Se trata además de garantizar el trabajo digno y fortalecer la formación ocupacional según el objetivo 9, numeral 9.1, literal g) y numeral 9.5, literal a), perteneciente al Plan Nacional del Buen Vivir. Con el fin de impulsar el desarrollo y transformación de la matriz productiva según el objetivo 10, numeral 10.5, literal a) a través de la incorporación de microempresas según el objetivo 10, numeral 10.6, literal c).

Diseñar una propuesta para organizar el trabajo mediante el estudio de tiempos y movimientos con el fin de aumentar la producción, es la razón fundamental de esta investigación en la microempresa Nantu Tamia, con logro de la mencionada investigación se pretende incrementar el desarrollo en el proceso de confección de vestidos y la expansión de la industria ya existente, cumpliendo y garantizando procesos que cumplan con parámetros de calidad logrando satisfacer al cliente.

1.4. ALCANCE

En la microempresa “NANTU TAMIA”, se realizará un diagnóstico de los procesos productivos en el área de producción, utilizando herramientas de organización del trabajo que permitan recolectar, seleccionar y procesar información de las tareas y actividades con sus respectivos tiempos de realización, Así también recolectar información de la carga laboral asignada a cada operario para conocer el porcentaje de saturación del puesto de trabajo, Toda la información adquirida será de mucha utilidad ya que mediante un análisis se procede a realizar el diseño y propuesta de la organización del trabajo que ayude a utilizar adecuadamente los recursos reduciendo los desperdicios de la microempresa consiguiendo de esta forma cumplir con el objetivo principal que es aumentar la producción.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ORGANIZACIÓN Y TRABAJO

Al hablar de la organización de trabajo nos referimos a los distintos sistemas de trabajo, para lo cual nos basamos en lo propuesto por (Fernández, 2010) en su libro Modelos de Organización del trabajo el cual dice:

La producción artesanal se suele identificar como un sistema de trabajo tradicional, se trata de un viejo modo de organizar el trabajo, pero no por ello anticuado o en desuso, ya que a lo largo del tiempo y hasta nuestro días ha ido encontrando su lugar y demostrando su eficiencia cuando se trata de poner en práctica determinadas estrategias de producción en los lugares de trabajo. En muchos pueblos y ciudades se puede encontrar instalaciones y talleres que han sido capaces de permanecer en el tiempo para satisfacer la demanda de determinados nichos de mercado que compiten con otros tipos de forma organizativas más recientes o modernas como también ocurría en los siglos XVII, XIX y XX. (Fernández, 2010).

2.1.1. ORGANIZACIÓN

La organización en cualquier centro de trabajo es indispensable y según las palabras de Álvarez Fernández en su libro Organización de trabajo expresa que:

Es un hecho social, se crea y existe para alcanzar conjuntamente, como grupo, objetivos que de manera individual serían inalcanzables; o bien, siendo esto posible, para poder obtenerlos con mayor eficiencia y eficacia que las que una sola persona será capaz de alcanzar. En toda organización nos encontraremos con una asignación de medios y un reparto de tareas o actividades entre sus miembros que permita a cada uno de ellos realizar la función encomendada. Organizar el trabajo no debe ser identificado exclusivamente, con el reparto de tareas entre sus miembros, más bien organizar el trabajo implica la toma de decisiones, que van más allá del diseño de los puestos de trabajo a crear. (Alvarez, 2010)

2.1.2. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO (OT)

NIEVES, Julbe, A. Define a la organización del trabajo como un sistema integrado que permite conocer la cantidad de trabajo productivo en su libro Organización del trabajo. Importancia y antecedentes el cual expresa:

La Organización del trabajo se la define como un sistema integrado y dinámico dirigido a determinar la cantidad de trabajo vivo y coadyuvar a que el trabajo se convierta en la primera necesidad vital del hombre. Comprende el estudio y análisis de lo que se hace, dónde, cómo y con qué, con el fin de diseñar e implementar medidas que ayuden a perfeccionar la participación del hombre en el proceso de producción. (Nieves Julbe A. , 2008)

GONZÁLEZ, Rodríguez, L: Nos habla sobre la Organización de trabajo y también la define como una disciplina científica que busca la optimización del uso de la capacidad laboral del hombre en el proceso de trabajo y la elevación de su calidad de vida laboral. (González Rofriguez, 2008)

Un concepto más detallado de organización del trabajo según Marsán Castellanos en su libro Organización del Trabajo. Estudio de tiempos lo define como:

Proceso que integra en las organizaciones al capital humano con la tecnología, los medios de trabajo y materiales en el proceso de trabajo (productivo, de servicios, información o conocimientos) mediante la aplicación de métodos y procedimientos que faciliten trabajar de forma racional, armónica e ininterrumpida, con niveles requeridos de seguridad y salud, exigencias ergonómicas y ambientales para lograr la máxima productividad, eficiencia, eficacia y satisfacer las necesidades de la sociedad y sus trabajadores. (Marsán Castellanos, 2011)

Estas definiciones coinciden que la organización del trabajo es un sistema integrado en donde se utilizan métodos para analizar los procesos del trabajo, con el propósito de lograr la máxima productividad, eficiencia y eficacia por tanto se logra satisfacer las necesidades de la sociedad y al mismo tiempo las necesidades de los trabajadores cuidando factores esenciales como la seguridad, salud exigencias ergonómicas, ambientales a las que está expuesta el factor humano.

2.1.3. IMPORTANCIA DE LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

Según REYES, Revilla: Menciona que en la organización del trabajo, un aumento de productividad depende por un lado de la magnitud de recursos económicos disponibles, por otro lado hay recursos que no requieren grandes inversiones, más bien dependen de la inteligencia, la creatividad, los conocimientos y por último la motivación del colectivo laboral y para esto es necesario adoptar medidas técnico organizativas, que ayuden al logro de los siguientes objetivos:

- Reducir la duración del ciclo de producción
- Mejorar la utilización de la fuerza de trabajo
- Incrementar el rendimiento del equipamiento tecnológico
- Mejorar las condiciones de seguridad y salud en el trabajo
- Mejorar la calidad en los resultados de la producción o servicios
- Disminuir los costos
- Aumentar la productividad del trabajo (Reyes, 2014)

2.1.4. ESTUDIO DEL TRABAJO

KANAWALY, George: Expone su definición y menciona que el estudio del trabajo es sistemático y obliga a examinar en persona todos los factores que influyen sobre la eficacia de una operación dada, pondrá de manifiesto las deficiencias de todas las actividades relacionadas con esa operación. (Kanawaly George, 2005, pág. 18).

En cambio SALAZAR, López, B: Expresa que “El estudio del trabajo es una evaluación sistemática de los métodos utilizados para la realización de actividades con el objetivo de optimizar la utilización eficaz de los recursos y establecer estándares de rendimiento respecto a las actividades que se realizan” (Salazar López, 2012).

En la figura 1 se muestra los componentes involucrados dentro de un estudio del trabajo mismos que mantienen una estrecha relación para su posterior desarrollo y a la vez muestra una ligera explicación de cada uno de ellos.

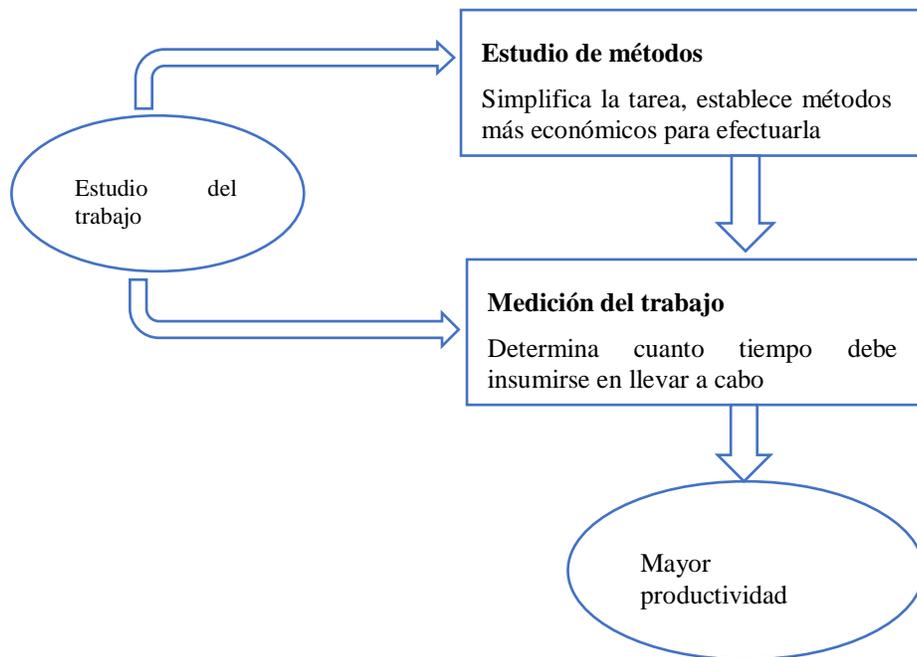


FIGURA 2.1: Estudio del Trabajo
Fuente: (Kanawaly George, 2005)

JOSÉ, Agustín, C: Hace mención que para la organización del trabajo, es imprescindible realizar el estudio del trabajo, dicho estudio inicia en investigar la forma o el método en realizar una tarea o trabajo por el operario, con el fin de analizar y buscar un método más eficiente. A esto se complementa la medición del trabajo este estudio se enfoca en determinar cuánto tiempo le toma realizar la tarea a un operario promedio, considerando las condiciones normales de trabajo y además del ritmo normal de trabajo . (José Agustín Cruelles, 2013)

2.1.5. ESTUDIO DE LOS MÉTODOS DEL TRABAJO

El estudio de métodos se realiza de forma sistemática tomando en cuenta las necesidades del operador según expresa JOSÉ, Agustín, C, en su libro Ingeniería Industrial, Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y mejora continua el cual dice:

El estudio de métodos de trabajo de una tarea es la investigación sistemática de las operaciones que la componen, su tipología, materiales y herramientas utilizadas con el fin de hallar y precisar la aplicación de nuevos métodos para la realizar una tarea o trabajo, este estudio se basa en cambiar el método de trabajo actual por otro método más económico, por lo que es necesario tomar en cuenta las necesidades del trabajador,

registros y análisis de la información con el fin de considerar el método actual de trabajo e identificar cuáles son los problemas para mejorar los procesos. (José Agustín Cruelles, 2013)

El estudio de métodos se aplica con el propósito de mejorar procesos, procedimientos y diseño de la fábrica, taller o lugar de trabajo también ayuda a economizar el esfuerzo humano y uso de materiales, máquina y mano de obra además hace más fáciles, rápido, sencillo y seguro el trabajo (García Criollo, 2005, pág. 35).

Para el estudio de métodos es necesario seguir una secuencia de pasos como muestra la figura 2, con el propósito organizar la información para su posterior análisis.

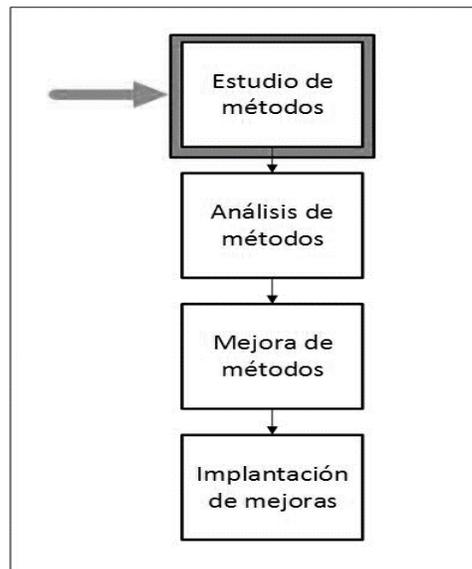


FIGURA 2.2: Estudio del método

Fuente: (José Agustín Cruelles, 2013)

2.1.6. PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO DE MÉTODOS

Para desarrollar un método eficiente de trabajo se realiza el estudio de métodos, y se caracteriza por ser un procedimiento sistemático, en dicho procedimiento intervienen los pasos a seguir para realizar a cabalidad el estudio como se muestra en la figura 1. (Kanawaly George, 2005)

En un proceso productivo encontramos tareas y operaciones, entendiéndose por tarea al conjunto de operaciones realizadas por un operario. (José Agustín Cruelles, 2013)

2.2. PROCEDIMIENTO SISTEMÁTICO DEL ESTUDIO DE MÉTODOS

El estudio de métodos de trabajo consta de varias etapas como muestra la figura 3.

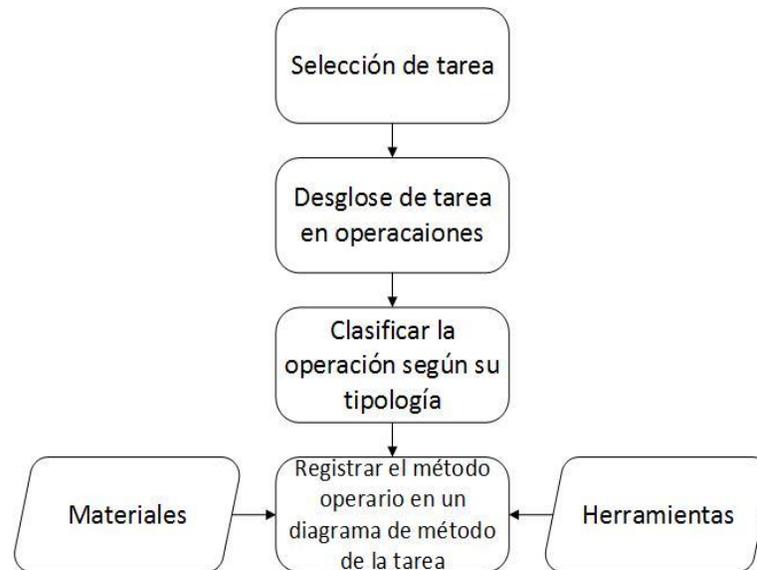


FIGURA 2.3: Esquema del procedimiento del estudio de métodos

Fuente: (José Agustín Cruelles, 2013)

2.2.1. SELECCIÓN DE LA TAREA

JOSÉ, Agustín, C. En su publicación Ingeniería Industrial, Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y mejora continua propone que toda tarea puede ser objeto de estudio para volverla eficiente y eficaz además expresa tres factores a tomar en cuenta a la hora de elegir una tarea que será estudiada la cual dice:

Una tarea es una unidad de trabajo compuesta por un operario o equipo de operarios y/o máquinas que hace sobre un material o materiales. Una tarea está compuesta por operaciones. Toda tarea realizada en un entorno de trabajo puede ser objeto de estudio con el fin de volverla eficiente y se toma en cuenta tres factores a la hora de elegir una tarea. La ergonomía, el coeficiente de despilfarro por método (CdM) y por último el peso de la tarea en el proceso productivo. (José Agustín Cruelles, 2013)

- a. **La ergonomía.-** Según JOSÉ, Agustín, C: Señala que el absentismo laboral está motivada por molestias y lesiones debidas a una forma inadecuada de realizar el trabajo o por encontrarse las instalaciones en condiciones desfavorables para el trabajador. Además

menciona la importancia de adecuar un puesto de trabajo hacia el trabajador con el fin de mejorar su bienestar, mejorar del mismo modo la calidad de trabajo y por último mejorar el rendimiento. (José Agustín Cruelles, 2013, pág. 64)

Algunas mejoras en lo referente a ergonomía son las siguientes:

- Reducción de riesgos de accidentes
- Condiciones de iluminación
- Posturas en el puesto de trabajo
- Reflejos en las pantallas de los equipos informáticos
- Humedad y temperatura ambientales adecuadas según el tipo de tarea a desempeñar
- Renovación del aire en espacios cerrados
- Condiciones de ruido en la instalación
- Normativa existente para pantallas de visualización
- Diseño del puesto de trabajo y estudio de las diferentes formas de ubicar los objetos en dicho puesto para facilitar la tarea productiva y trabajar de forma adecuada para no sufrir esfuerzos posturales
- Postura de espalda adaptadas a cada tarea
- Forma adecuada de transportar cargas, tomar pesos, empujar objetos. (José Agustín Cruelles, 2013, pág. 64)

Los factores antes descritos influyen a la hora de adecuar un puesto de trabajo al operario y no al contrario, lo que resulta en índices de absentismo bajos, mayor productividad y mayor motivación del operario. (José Agustín Cruelles, 2013)

b. Coeficiente De Despilfarro Por Método.- Para JOSÉ, Agustín, C: Los métodos de trabajo son secuencias de operaciones definidas para llevar a cabo una determinada tarea. Y todas las tareas que no agregan valor suponen un despilfarro por diseño de método.

$$CdM = 1 + \frac{\sum \text{Tiempo de operaciones de NVA}}{\text{Mejor Tiempo Estándar}}$$

Fórmula 1. Coeficiente de despilfarro

Fuente: (José Agustín Cruelles, 2013, pág. 165)

Dónde:

CdM: Coeficiente de despilfarro por método

NVA: No valor añadido

Σ : Sumatoria de NVA

El coeficiente de despilfarro analiza todas las operaciones tanto las de valor añadido como las de no valor añadido, además de los desplazamientos, inspecciones, operaciones que no deben hacerse, el CdM debe tender a 1 y todo lo que esté por encima de este manifiesta el despilfarro actual por método y, por tanto, la mejora potencial. (José Agustín Cruelles, 2013).

El peso de la tarea en el proceso productivo puede iniciar una investigación o proseguir en ella depende de un factor de importancia económica, es decir que se tomara en cuenta tareas que generen grandes costos, o tareas que generan gran cantidad de desechos.

A continuación se mencionan operaciones evidentes del estudio:

- Operaciones esenciales generadoras de beneficios o costosas, u operaciones con los máximos índices de desechos.
- Cuellos de botella que están entorpeciendo las actividades de producción u operaciones de larga duración.
- Actividades que entrañan un trabajo repetitivo con un gran empleo de mano de obra o actividades que es probable que duren mucho tiempo. (José Agustín Cruelles, 2013)

c. Desglose de la tarea en operaciones

JOSÉ, Agustín, C: Expresa que es necesario fijar los límites del estudio y señalar que abarca exactamente, es decir determinar las operaciones de la que está compuesta la tarea, dichas operaciones deben estar comprendidas en un intervalo de duración entre 8 y 100 segundos (...) los tiempos inferiores a 8 segundos serán complicados y difíciles de medir también los mayores a 100 segundos ya que el desempeño del operario puede variar durante ese intervalo de tiempo. “Además el desglose de la tarea es necesario para describir la secuencia operatoria, conocer como es el modo y forma de trabajar, clasificar la operación según su tipología para así darle su tratamiento correspondiente”. (José Agustín Cruelles, 2013)

El analista debe observar al operador durante varios ciclos de trabajo para identificar y determinar las operaciones tanto manuales como las que se realizan con la ayuda de maquinaria, “Los elementos u operaciones deben ser delimitados (as) para una fácil identificación de inicio y fin de la operación claramente definidos, de modo que una vez fijados puedan ser reconocidos una y otra vez” (Kanawaly George, 2005).

Todo esto se realiza para reconocer donde inicia la operación y donde termina, una vez reconocido esto será mucho más fácil la toma de tiempos ya que las mediciones serán más exactas.

2.2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS OPERACIONES SEGÚN SU TIPOLOGÍA

Las tareas se registran según la tipología de la operación que realiza el operario, para el caso de estudio de métodos, se clasifican de acuerdo a las siguientes operaciones:

- a. **Operaciones de valor añadido.**- Todas las acciones necesarias para cumplir con las especificaciones de un producto y transformarlo, tales como taladrar, atornillar, lijar pintar etc.
- b. **Desplazamiento del operario.**- Cuando se desplaza un operario en su lugar de trabajo para realizar una operación.
- c. **Almacenamiento de un objeto.**- Cuando el operario hace una operación de almacenaje.

- d. **Demora o espera.**- El operario tiene que dedicar un tiempo a esperar, por ejemplo a causa de un ciclo de máquina.
- e. **Inspección.**- No contribuye a la conversión del material en producto acabado. Solo sirve para comprobar si una operación se ejecutó correctamente en lo que se refiere a calidad y cantidad.
- f. **Inspección-operación.**- Se trata de una inspección necesaria según la especificación del producto o bien se realiza mientras que el producto está siendo transformado.
- g. **Búsqueda.**- Sucede cuando el operario tiene que buscar materiales, herramientas, información etc. (José Agustín Cruelles, 2013)

Icono	Tipo de operación
	Operación de valor añadido
	Desplazamiento
	Almacenamiento
	Demora o espera
	Inspección
	Inspección-Operación
	Búsqueda
	Operación eliminable
	Comunicación

FIGURA 2.4: Simbología del tipo de operaciones

Fuente: (José Agustín Cruelles, 2013)

2.2.3. REGISTRO DEL MÉTODO

Una vez desglosada las tareas en operaciones y determinado la simbología de operación, el siguiente paso es el registro de las operaciones que intervienen en el proceso, para ello es necesario el uso de plantillas que facilitan la toma de datos del estudio de métodos.

2.2.4. HERRAMIENTAS PARA EL REGISTRO DE INFORMACIÓN

El registro de la información es de vital importancia ya que del registro adecuado se podrá realizar su posterior análisis con el fin de identificar problemas que se susciten al momento o problemas futuros y Según GARCÍA, Criollo:

Enuncia que la adecuada distribución de planta, de maquinaria, equipo y área de trabajo dentro de la planta depende del óptimo registro y posterior análisis de los procesos ya que dicho análisis trata de eliminar las principales deficiencias existentes en los procesos. (García Criollo, 2005, pág. 42)

El registro de la información se apoya en dos diagramas el diagrama de procesos y el diagrama de flujo o circulación:

Diagrama de procesos.- NIEBEL, Andris, F: Señala que los diagramas de procesos muestran de un solo vistazo la secuencia ordenada de todas las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos además de los materiales a utilizar en un proceso de manufactura, también muestra la entrada de los componentes y subensambles al ensamble principal y conjuntamente ofrece detalles de manufactura entre ello diseño de partes, tolerancias y especificaciones. (Nebel, 2014, pág. 25)

Diagrama de procesos.- GARCÍA, Criollo: Lo describe como una representación gráfica de una secuencia de actividades que constituyen un proceso o procedimiento, es decir que a cada proceso se lo identifica mediante un símbolo acorde a su naturaleza y la información que proporcione estos pueden ser distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido según muestra la tabla N° 1. (García Criollo, 2005, pág. 42)

Tabla 2.1 Acciones que tienen lugar durante el proceso dado

ACTIVIDAD	DEFINICIÓN	SÍMBOLO
OPERACIÓN	Ocurre cuando se modifican las características de un objeto, o se le agrega algo o se le prepara para otra operación que puede ser transporte, inspección o almacenaje	
TRANSPORTE	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.	
INSPECCIÓN	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar o verificar la calidad o cualquiera de sus características	
DEMORA	Ocurre cuando se interfiere el flujo de un objeto o grupo de ellos, con lo cual se retarda el siguiente paso planeado.	
ALMACENAJE	Ocurre cuando un objeto o grupo de objetos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.	
ACTIVIDAD COMBINADA	Cuando se desea indica actividades conjuntas por el mismo operador en el mismo punto de trabajo. (operación-inspección)	

Fuente: (García Criollo, 2005, pág. 43)

Diagrama de procesos.- CRUELLES, José, A: Define al diagrama de procesos como “La representación gráfica de un proceso a partir de la estructura del producto, donde constan entradas, salidas y la duración del proceso”. (José Agustín Cruelles, 2013, pág. 206)

Tabla 2.2 Simbología del tipo de operaciones

ACTIVIDAD	DEFINICIÓN	SÍMBOLO
OPERACIONES DE VALOR AÑADIDO	Todas las acciones necesarias para cumplir con las especificaciones de un producto y transformarlo.	
DESPLAZAMIENTO DEL OPERARIO	Cuando se desplaza un operario en su lugar de trabajo para realizar una operación.	
ALMACENAMIENTO DE UN OBJETO	Cuando el operario hace una operación de almacenaje.	
DEMORA O ESPERA	El operario tiene que dedicar un tiempo a esperar.	
INSPECCIÓN	No contribuye a la conversión del material en producto acabado. Sólo sirve para comprobar si una operación se ejecutó correctamente en lo que se refiere a calidad y cantidad	
INSPECCIÓN-OPERACIÓN	Se trata de una inspección necesaria según la especificación del producto o bien se realiza mientras que el producto está siendo transformado.	
BUSQUEDAS	Sucede cuando el operario tiene que buscar materiales, herramientas, información, etc.	
OPERACIONES ELIMINABLES	Son aquellas operaciones del primer tipo que no deberían hacerse y, por tanto, podrían suprimirse.	

Fuente: (José Agustín Cruelles, 2013)

Del mismo modo en el medio electrónico de E-Resources se encontró: “Es la representación gráfica de los puntos en que se introduce materiales en el proceso, el orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales” (E-Resources, 2012).

La teoría de todos los autores coincide y expresan que un diagrama de procesos es una representación gráfica de todas las operaciones involucradas en una tarea, dichas tareas son descritas o representadas en orden sucesivo, donde se puede identificar tanto las entradas de materia prima, productos en proceso así como el producto terminado considerado como salidas.

- **Diagrama de flujo de procesos.-** Llamado también cursograma analítico y muestra la secuencia de todas las operaciones son” útiles para registrar los costos ocultos no productivos, distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales del artículo a medida que recorre la planta”. (Freivalds, 2009, pág. 27)

El diagrama de flujo de procesos es similar al diagrama de procesos, existe una diferencia notable y es que cuenta con mayor detalle como la distancia recorrida, los retrasos además de almacenamientos temporales y como resultado nos muestra los costos ocultos y no productivos de la tarea. El diagrama de flujo de operaciones se puede efectuar al material o al operador.

- **Diagrama de flujo de recorrido.-** NIEBEL, Andris, F: Enuncia que es utilizado como complemento al diagrama de procesos y es una representación gráfica de la distribución de planta y edificios que muestra la ubicación de todas las actividades en el diagrama de flujo del proceso. Es de gran utilidad ya que enseña el camino hacia atrás para identificar la congestión de tráfico facilitando una disposición ideal de la planta. (Niebel, 2014, pág. 31)
- **Layout.-** “Es plano en planta, distribución de máquinas y puestos de trabajo en una fábrica”. (José Agustín Cruelles, 2013)

“La distribución en planta consistirá en la ordenación física de los factores y elementos (...) que participen en el proceso productivo de la empresa, en la distribución del área, determinación de figuras relativas a su ubicación de los distintos departamentos”. (García, 2008)

2.2.5. ANÁLISIS DE MÉTODOS

El segundo paso en el estudio de métodos es el análisis de métodos de la tarea objeto de estudio con el propósito de mejorarlo.



FIGURA 2.5: Esquema segunda parte. Análisis de métodos
Fuente: (José Agustín Cruelles, 2013)

Este análisis nos ayuda a detectar operaciones que no añaden valor al producto y también ayuda a mejorar las operaciones que sí añaden valor, “es un sistema de diagnóstico para identificar donde hay que mejorar los métodos, procedimientos, diseño de equipo, instalaciones y materiales para así economizar el esfuerzo humano y para reducir la fatiga innecesaria” (José Agustín Cruelles, 2013).

Se utiliza la técnica de interrogatorio ya que efectúa un examen crítico a cada operación con una serie de preguntas.

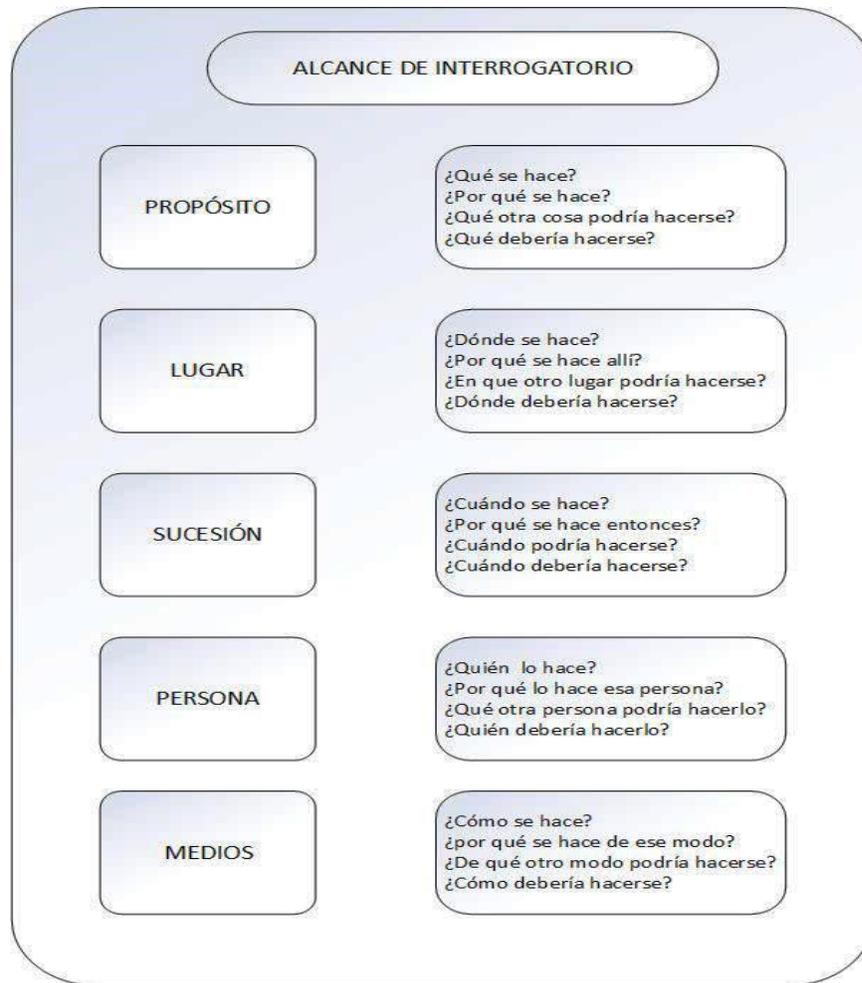


FIGURA 2.6: Lista de interrogatorio básico
Fuente: (José Agustín Cruelles, 2013)

2.3. MEDICIÓN DEL TRABAJO

GARCÍA, Criollo, R: Expresa que la medición del trabajo se lleva a cabo para determinar el tiempo estándar de cada una de las operaciones, es decir medir el tiempo total que se necesita para realizar una operación, y analizar cuáles son los tiempos improductivos, para tomar medidas y resolver estos problemas. También es importante para fijar los tiempos de cada operación y tener estandarizado el proceso, lo que conlleva a un gran ahorro, genera menos desperdicios, y esfuerzo para los trabajadores. (García Criollo, 2005)

Según KANAWALY, George: Define a la medición del trabajo como la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecido. (Kanawaly George, 2005, pág. 19)

A esto JOSÉ, Agustín, C: Propone que “La medición del trabajo está relacionada con la investigación de cualquier tiempo improductivo dentro del proceso con el objetivo de ejecutar la operación de manera mejorada”. (José Agustín Cruelles, 2013)

Todos los autores en sus publicaciones coinciden y expresan que la medición del trabajo es una técnica dónde es necesario estandarizar las operaciones, con el fin de facilitar el estudio de métodos y tiempos para así realizar la investigación e identificación de tareas improductivas.

2.3.1 TÉCNICAS DE MEDICIÓN DEL TRABAJO

Es necesario aplicar una o varias técnicas para realizar una medición del trabajo, con el fin de llegar a obtener el tiempo tipo o estándar del trabajo que hemos medido, existen varias técnicas como se indica a continuación:

- a. **Por estimación.-** Debe ser realizada por un analista experto, y se realiza por observación directa en mediciones poco repetitivas, como cambio de rodamientos de una máquina que se realiza una vez al año.
- b. **Datos históricos.-** Se basa en la determinación de los tiempos estándar a partir de los datos obtenidos en trabajos similares, con el tiempo optimista, modal y pesimista.
- c. **Estudio de tiempos con cronómetro.-** Consiste en tomar tiempos con cronómetro en cada operación previo a la visualización de la tarea objeto de estudio.
- d. **Por descomposición en micro movimientos de tiempos predeterminados (MTM).-** Se fundamenta en tiempos catalogados para cada movimiento, es decir que ofrece datos de tiempo para movimientos fundamentales como alcanzar, girar, agarrar, posicionar, soltar y dejar, sin ninguna toma de tiempos.
- e. **Datos estándar y fórmulas de tiempo.-** Es el tiempo que le toma a un operario calificado y adiestrado realizar una operación, tomando en cuenta los suplementos y

descansos a un ritmo normal de trabajo con un método establecido. (José Agustín Cruelles, 2013)

2.3.2. ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO

El cronometraje consiste en la toma de tiempos con cronometro a cada operación a varios operadores, se realiza a distintas horas de la jornada para analizar todas las posibilidades que puede ofrecer las operaciones, a cada operación se le asigna una nota o una actividad apreciada y un tiempo todos los tiempos y notas generarán como resultado el tiempo normal de ejecución de la operación (José Agustín Cruelles, 2013).

El estudio de tiempos con cronometro se fundamenta en determinar con exactitud cuál es el tiempo que un trabajador emplea en una operación, para esto es necesario tomar un número limitado de observaciones (Meyers, 2000, pág. 134).

2.3.3. EQUIPO PARA REALIZAR EL ESTUDIO DE TIEMPOS

a. Reloj

b. Cronómetros

c. Videocámaras

d. Máquinas registradoras

- De funcionamiento
- De tiempo

e. Otros dispositivos

- Calculadoras
- Computadoras

f. Medios auxiliares

- Tablero de observaciones.

- Formularios impresos.
- Documentación técnica referente a normación
- Documentación tecnológica
- Flexometro (García Criollo, 2005)

2.3.4. PASOS BÁSICOS PARA SU REALIZACIÓN

a. Preparación

- Selección de la operación
- Selección del trabajador
- Actitud frente al trabajador
- Análisis de comprobación del método de trabajo

b. Ejecución

- Obtener y registrar la información
- Descomponer la tarea en elementos
- Cronometrar
- Calcular el tiempo observado

c. Valoración

- Ritmo normal del trabajador promedio.
- Técnicas de valoración.
- Calculo del tiempo base o valorado.

d. Suplementos

- Análisis de demoras.
- Estudio de fatiga.
- Calculo de suplementos y sus tolerancias.

e. Tiempos Estándar

- Error de tiempo estándar.
- Calculo de frecuencia de los elementos.
- Determinación de tiempos de interferencia.
- Calculo de tiempo estándar.

2.4. PREPARACIÓN

2.4.1. SELECCIÓN DE LA OPERACIÓN

Para su selección es necesario determinar qué operación vamos a medir, es una decisión que depende del objetivo general que persigamos con el estudio de la medición. Tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- a. Novedad de la tarea.-** Cuando el producto, el componente, la actividad es nueva.
- b. Cambio de material o método.-** Que requiere un nuevo tiempo estándar.
- c. Quejas de los operarios o de sus representantes sindicales.-** Sobre el tiempo estándar de una tarea, por lo general no están de acuerdo con el tiempo impuesto.
- d. Demoras causadas por una operación lenta.-** Que retrasa las operaciones siguientes y posiblemente las anteriores, por acumular trabajos que no siguen su curso.
- e. Fijación de un tiempo estándar antes.-** Antes de implantar un sistema de incentivos salariales.
- f. Bajo rendimiento.-** Excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

(José Agustín Cruelles, 2013)

2.4.2. SELECCIÓN DEL TRABAJADOR

Cuando se debe elegir al operador es necesario considerar los siguientes puntos:

- a) Elegir a un trabajador con habilidad promedio que realice el trabajo a un ritmo habitual haciendo las pausas a las que está acostumbrado exponiendo además las dificultades que vayan apareciendo, se realiza esto ya que un trabajador lento o uno muy rápido suelen llegar a tiempos demasiado cortos o demasiado largos respectivamente influyendo en inconvenientes para la mano de obra.
- b) Deseo de Cooperar nunca se debe seleccionar a un trabajador que se opone.
- c) Temperamento no es conveniente elegir a un trabajador nervioso.
- d) El trabajo

La selección se realiza de común acuerdo con el jefe o supervisor y debe ser un operario de tipo medio. Porque tiende a trabajar normalmente en forma consistente y sistemática. (Palacios Acero, pág. 196)

Seleccionar con la ayuda del auxiliar de línea al operador de rendimiento promedio, el ritmo de ese operario tenderá a estar aproximadamente en el rango normal, además el trabajador promedio suele desempeñar su trabajo en forma consistente y sistemática (Niebel, 2014, pág. 313).

2.4.3. ACTITUD FRENTE AL TRABAJADOR

La percepción del analista adquiere una gran importancia, por la cual:

- a. El estudio nunca debe hacerse en secreto.
- b. El analista debe observar todas las políticas de la empresa y cuidar de no criticarlas ante el trabajador.
- c. No debe discutir con el trabajador ni criticar su trabajo sino pedir su colaboración.
- d. El operador espera ser tratado como un ser humano y en general responderá favorablemente si se le trata abierto y francamente (García Criollo, 2005, pág. 186).
- e. Situarse de forma tal que pueda observar todo lo que hace el operario

- f. No obstaculizar al operario ni entorpecer sus movimientos
- g. No colocarse tan cerca del operario para evitar la sensación de tener alguien encima
- h. De ninguna manera se debe cronometrar al operario desde una posición oculta, sin su conocimiento o llevando el cronómetro en el bolsillo (Salazar López, 2012)

2.4.4. ANÁLISIS DE COMPROBACIÓN DEL MÉTODO DE TRABAJO

Nunca debe cronometrarse una operación que no haya sido normalizada. La normalización de los métodos de trabajo es el análisis, el procedimiento por medio del cual se fija en un documento escrito el método de trabajo para cada una de las operaciones que se realizan en una fábrica. Este patrón especificara el lugar de trabajo y sus características, las máquinas y herramientas, los materiales, el equipo de seguridad que se requiere para ejecutar dicha operación. (García Criollo, 2005, pág. 187)

2.5. EJECUCIÓN

2.5.1. OBTENER Y REGISTRAR LA INFORMACIÓN

Es importante que el analista registre toda la información pertinente obtenida mediante observación directa, en conjetura de que sea menester consultar posteriormente el estudio de tiempos.

2.5.2. DESCOMPONER LAS TAREAS EN ELEMENTOS

El primer punto que se debe tomar en la etapa de cronometraje es la descomposición de las tareas en elementos u operaciones, después de registrar la información de las características del trabajo a cronometrar, es preciso desarrollar el método en que el operario y la máquina realicen un trabajo útil dentro de un ciclo de producción; los elementos deberán ser de fácil identificación, con inicio y termino claramente definido (García Criollo).

Es de vital importancia definir el hito inicial y final en cada operación, con el fin de evitar errores en la toma de tiempos, este error puede ser poco importante en tareas de larga duración

(varias horas), pero en las de corta duración (2 a 3 minutos) adquiere mayor importancia (José Agustín Cruelles, 2013, pág. 26).

Descomponer la tarea en elementos permite separar el tiempo productivo del tiempo improductivo, evaluar el trabajo con mayor exactitud, también permite aislar los elementos que causan mayor fatiga y fijar con mayor precisión los correspondientes suplementos, además permite verificar con mayor facilidad el método de trabajo, por último permite extraer los tiempos de los elementos de mayor repetición para establecer datos estándar (E-Resources, 2012).

2.5.3. TÉCNICAS DE CRONOMETRAJE

- a. Método de regreso a cero.-** Con respecto a este método podemos decir que consiste en tomar directamente la lectura del cronometro al acabar de medir cada elemento y posteriormente se hace volver a cero el segundero para ponerlo en marcha nuevamente para realizar la siguiente medición (Kanawaly George, 2005).
- b. Método continuo.-** Acerca de este método podemos mencionar que se toma directamente la lectura del cronometro al terminar de medir cada elemento, pero en este caso el cronometro seguirá corriendo y se registrara el término de cada elemento sin regresar a cero el cronometro es decir que el cronometro seguirá su marcha hasta el final de todas las observaciones o mediciones requeridas (Kanawaly George, 2005).

2.5.4. CÁLCULO DE OBSERVACIONES

Para el estudio de tiempos es indispensable determinar el número de observaciones pues de esto depende el nivel de confianza del estudio. Para el cálculo de las observaciones se muestran dos métodos el método tradicional y el método estadístico.

- a. Método tradicional.-** Según lo define CRUELLES, José, A: El método tradicional se basa en la utilización de la tabla de Mundel donde muestra el número de observaciones necesarias para obtener una desviación de $\pm 5\%$ y el 95% de probabilidad (José Agustín Cruelles, 2013).

El procedimiento se menciona a continuación:

1. Realizar una serie inicial de 5 a 10 mediciones de tiempo de la operación objeto de estudio.
2. Tomar la medición mayor (A) y la medición menor (B)
3. Dividir la resta entre la suma del máximo y el mínimo.

$$\frac{A - B}{A + B}$$

4. El resultado obtenido se compara con la tabla de Mundel, donde indicará el número de observaciones a medir.
5. Para ejemplo se toma los siguientes tiempos, 4 - 4,03 - 4,12 - 6 - 5,19
6. Donde A=6 y B= 4
7. El resultado de la fórmula es: 2/10= 0,2
8. Comparando con la tabla de Mundel las mediciones necesarias son 47

Tabla 2.3 Número de observaciones a realiza con la Tabla de Mundel

TABLA DE MUNDEL					
(A-B)/(A+B)	Serie inicial de		(A-B)/(A+B)	Serie inicial de	
	5 mediciones	10 mediciones		5 mediciones	10 mediciones
0,05	3	1	0,28	93	53
0,06	4	2	0,29	100	57
0,07	6	3	0,30	107	61
0,08	8	4	0,31	114	65
0,09	10	5	0,32	121	69
0,10	12	7	0,33	129	74
0,11	14	8	0,34	137	78
0,12	17	10	0,35	145	83
0,13	20	11	0,36	154	88
0,14	23	13	0,37	162	93
0,15	27	15	0,38	171	98
0,16	30	17	0,39	180	103
0,17	34	20	0,40	190	108
0,18	38	22	0,41	200	114
0,19	43	24	0,42	210	120
0,20	47	27	0,43	220	126
0,21	52	30	0,44	230	132
0,22	57	33	0,45	240	138
0,23	63	36	0,46	250	144
0,24	68	39	0,47	262	150
0,25	74	42	0,48	273	156
0,26	80	46	0,49	285	163
0,27	86	49	0,50	296	170

Fuente: (José Agustín Cruelles, 2013, pág. 537)

- b. Método estadístico.-** Consiste en obtener el valor medio para cada operación, en primer lugar se realiza un número de mediciones iniciales para después aplicar una fórmula con un nivel de confianza del 95,45% y un margen de error de $\pm 5\%$

El procedimiento se menciona a continuación:

- a. Realizar una serie inicial de 5 a 10 mediciones de tiempo de la operación objeto de estudio.
- b. Realizar la suma de las mediciones y la suma elevar al cuadrado.

Tabla 2.4 Sumatoria de las mediciones iniciales.

X	X ²
4	16
4,03	16,24
4,12	16,97
6	36
5,19	26,94
$\sum x = 23,34$	$\sum x^2 = 112,15$

Fuente: (José Agustín Cruelles, 2013)

- c. Calcular el número de observaciones.

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

Dónde:

n = número de mediciones que hay que realizar en este caso reemplazando valores es 47

c = número de mediciones iniciales en este caso 5

\sum = Suma de los valores

x = valor de las mediciones (José Agustín Cruelles, 2013)

- c. **Segundo método tradicional.-** Otro método tradicional que propone BRYAN, Salazar, L: Se basa en calcular un número previo de observaciones de la tarea objeto de estudio e inmediatamente se calcula el rango, a continuación se calcula la media aritmética, por último los resultados se comparan en una tabla de medias y rangos para conocer el número de observaciones. (E-Resources, 2012)

El procedimiento se describe a continuación:

1. Realizar un número previo de 10 lecturas de la tarea que se desea medir, tomar en cuenta a los ciclos ya que, si los ciclos son ≤ 2 minutos se realiza 10 lecturas, mientras que si los ciclos son > 2 minutos se realizan 5 lecturas, esto debido a que hay más confiabilidad en tiempos más grandes que en tiempos muy pequeños donde la probabilidad de error puede aumentar.
2. Calcular el rango de los tiempos de ciclo, se los obtienen al realizar la resta del tiempo mayor menos el tiempo menor.

$$R = X_{max} - X_{min}$$

Dónde:

R= Rango

X_{max} = Tiempo máximo

X_{min} = Tiempo mínimo

3. Calcular la media aritmética o también denominado promedio:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Dónde:

\bar{x} = *Media aritmética*

n = Número de ciclos tomados

\sum = Sumatoria de los tiempos de muestra

4. Hallar el cociente entre el rango y la media

$$\text{Número a comparar} = \frac{R}{\bar{x}}$$

5. Buscar el cociente en la siguiente tabla, en la columna (R/X), se ubica el valor correspondiente al número de muestras realizadas (5 o 10) en dicha tabla se encuentra el número de observaciones a realizar para obtener un nivel de confianza del 95%.

En la **Tabla 2.5** se muestra el número de observaciones a realizar.

Tabla 2.5 Rangos y medias para calcular observaciones

TABLA PARA CALCULO DEL NUMERO DE OBSERVACIONES					
R/X	5	10	R/X	5	10
0	0	0	0.48	68	39
0.01	1	1	0.50	74	42
0.02	1	1	0.52	80	46
0.03	1	1	0.54	86	49
0.04	1	1	0.56	93	53
0.05	1	1	0.58	100	57
0.06	1	1	0.60	107	61
0.07	1	1	0.62	114	65
0.08	1	1	0.64	121	69
0.09	1	1	0.66	129	74
0.10	3	2	0.68	137	78
0.12	4	2	0.70	145	83
0.14	6	3	0.72	153	88
0.16	8	4	0.74	162	93
0.18	10	6	0.76	171	98
0.20	12	7	0.78	180	103
0.22	14	8	0.80	190	108
0.24	13	10	0.82	199	113
0.26	20	11	0.84	209	119
0.28	23	13	0.86	218	126
0.30	27	15	0.88	229	131
0.32	30	17	0.90	239	138
0.34	34	20	0.92	250	143
0.36	38	22	0.94	261	149
0.38	43	24	0.96	273	156
0.40	47	27	0.98	284	162
0.42	52	30	1.00	296	169
0.44	57	33	1.02	303	173
0.46	63	36	1.04	313	179

Fuente: (*E-Resources, 2012*)

En la tabla 2.5 se puede apreciar tres columnas en la primera muestra el valor resultado de dividir el rango para la media las dos columnas siguientes indican el número de mediciones a realizar así como los ciclos, es decisión del analista escoger cualquiera de ellas. Supongamos que el resultado de $R/X = 0,10$ entonces según la tabla se tiene que realizar 5 ciclos de 3 observaciones, o 10 ciclos de 2 observaciones.

2.5.5. CÁLCULO DEL TIEMPO NORMAL

JOSÉ, Agustín, C: Expresa que el tiempo normal es el tiempo necesario para la ejecución de una operación trabajando a actividad normal. (Cruelles, 2013)

$$T_n = \frac{\text{Tiempo observado} \times \text{Actividad observada}}{\text{Actividad normal}}$$

Fórmula 2: Tiempo normal (Cruelles, 2013)

Cabe mencionar que la actividad observada se realiza antes de realizar el cronometraje dando una ponderación de 60 a 100, el tiempo observado es el registro del tiempo de una operación, y la actividad normal se presenta en condiciones normales de trabajo.

2.6. ESCRUTINIO

JOSÉ, Agustín, C: Menciona que es un conjunto de operaciones matemáticas que da como resultado el tiempo modal y la actividad observada para dicho tiempo dentro de un intervalo. El escrutinio se realiza para cada una de las operaciones e inicia con normalizar los datos tomados para ello aplicamos la siguiente fórmula:

$$T_n = \frac{\text{Tiempo observado} \times \text{Actividad observada}}{\text{Actividad normal}}$$

El siguiente paso es eliminar todos los tiempos que posean una desviación superior e inferior a un 33% respecto a la media de los tiempos normalizados.

Tabla 2.6 Desviación superior e inferior respecto a la media

Datos respecto a la media	
Desviación superior	(+33%)
Valor promedio	X
Desviación inferior	(-33%)

Fuente: (Cruelles, 2013)

Todos los tiempos normalizados que estén fuera de los límites superior e inferior deben ser eliminados. A continuación se divide en intervalos el nuevo listado de tiempos normalizados utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Número de intervalos} = \sqrt{\text{Tamaño de la muestra}}$$

Fórmula 3: Número de intervalos (Cruelles, 2013)

A continuación se procede a calcular el incremento del intervalo con la siguiente fórmula:

$$\text{Incremento} = \frac{\text{Tiempo mayor} - \text{Tiempo menor}}{\text{Intervalos}}$$

Fórmula 4: Incremento (Cruelles, 2013)

El siguiente paso es realizar el escrutinio o conteo de los tiempos normalizados e identificar la media de los datos que será nuestro nuevo tiempo observado para encontrar el tiempo normal de la operación y para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$T_n = \frac{\text{Tiempo observado} \times \text{Actividad observada}}{\text{Actividad normal}}$$

Fórmula 5: Tiempo normal (Cruelles, 2013)

2.6.1. SUPLEMENTOS

El trabajador no puede estar todo el tiempo operando en forma presencial debido a su condición de ser humano, es necesario que realice algunas pausas que le permitan recuperarse de la fatiga producida por las tareas que realiza, de igual forma de cumplir con sus necesidades personales.

$$(1 + s) = \text{Suplemento}$$

Fórmula 6: Suplementos (García Criollo)

Según Cruelles propone que son tres los suplementos asignables a un estudio de tiempos y estos son:

- a) Suplementos por retrasos personales
- b) Suplementos por retrasos por fatiga (descanso)
- c) Suplementos por retrasos especiales, incluye:
 - Demoras debidas a elementos contingentes poco frecuentes
 - Demora en la actividad del trabajador provocadas por supervisión
 - Demoras causadas por elementos extraños inevitables, concesión que puede ser temporal o definitiva.

Las cifras relativas a uno u otro suplemento varían según las condiciones de trabajo y el sexo del operario para esto nos ayudamos de la figura de suplementos propuesto por la OIT. (García Criollo, 2005, pág. 224)

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES					
	Hombre	Mujer			
Suplementos por necesidades personales	5	7			
Suplemento base por fatiga	4	4			
2. SUPLEMENTOS VARIABLES					
	Hombre	Mujer		Hombre	Mujer
A Suplementos por trabajo de pie	2	4	F Concentración intensa		
B Suplementos por postura			Trabajos de cierta precisión	0	0
Ligeramente incómoda	0	1	Trabajos precisos y fatigosos	2	2
Incómoda (inclinado)	2	3	Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7			
C Uso de energía muscular (Levantar, tirar, empujar)			G Ruido		
Peso levantado [kg]			Continuo	0	0
2,5	0	1	Intermitente y fuerte	2	2
5	1	2	Intermitente y muy fuerte	5	5
10	3	4	Estridente y muy fuerte		
25	13	20 (max)	H Tensión mental		
35,5	22		Proceso bastante complejo	1	1
D Mala iluminación			Proceso atención dividida entre muchos ob	4	4
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Muy complejo	8	8
Bastante por debajo	2	2	I Monotonía		
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo algo monótono	0	0
E Condiciones atmosféricas (calor humedad)			Trabajo bastante monótono	1	1
kata (milicalorías/cm2/segundo)			Trabajo muy monotonía	4	4
16	0		J Tedio		
8		10	Trabajo algo aburrido	0	0
4		45	Trabajo aburrido	2	1
2		100	Trabajo muy aburrido	5	2

FIGURA 2.7: Sistema de suplementos por descanso

Fuente: (García Criollo, 2005, pág. 228)

2.6.2. TIEMPO ESTÁNDAR

Un estándar se puede definir formalmente como la medición del tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, ayuda a establecer estándares precisos; además, de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo, ayuda a mejorar los estándares de calidad.

$$T_s = T_o * F_v * (1 + s)$$

Fórmula 7: Tiempo Estándar (García Criollo)

Dónde:

Ts = Tiempo estándar

To= Tiempo Observado

Fv = Factor de valoración

(1 + S) = Suplementos

2.7. TEORÍA DE LA MEDICIÓN DEL DESPILFARRO

Es una metodología que permite diagnosticar la improductividad, identificando las causas que serán cuantificables mediante indicadores que permitan conocer su nivel y tomar medidas necesarias para su mejora, considerando al tiempo estándar realizable el punto de partida todo lo que se encuentre por encima de este tiempo se considera despilfarro. (José Agustín Cruelles, 2013)

Según Toyota “el despilfarro es todo lo que no sea la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas espacio y tiempo del operario que resultan totalmente esenciales para añadir valor al producto”. Y son pérdidas que acabarán reflejando en la contabilidad tarde o temprano. (José Agustín Cruelles, 2013)

La teoría de la medición del despilfarro (TMD) desglosa los siguientes componentes:

- a) Cantidad mínima de tiempo necesaria (CMTN) = Sumatoria del tiempo operacional de valor añadido ($\sum TOVA$)
- b) Despilfarro en el diseño
- c) Tiempo extra por bajo desempeño
- d) Tiempo extra por fallos de gestión

2.7.1. DESPILFARRO EN EL DISEÑO

Se desglosan en dos despilfarros y son constantes para unas condiciones y forma de trabajar, cuando las formas de trabajar condiciones y medios de la fábrica no cambian los coeficientes de despilfarro CdM y CdP no cambiarán.

2.7.2. DESPILFARRO EN EL MÉTODO DE LA TAREA

Todo lo que dentro de una tarea no se corresponda con la operación de valor añadido supone despilfarro por diseño de método.

$$CdM = 1 + \frac{\sum (TONVA)}{\sum (TOVA)}$$

Fórmula 8: Despilfarro en el método (José Agustín Cruelles, 2013)

Dónde:

CdM: *Coeficiente de despilfarro por método*

\sum TONVA: *Sumatoria Tiempo operacional de no valor añadido*

\sum TVA: *Sumatoria Tiempo operacional de valor añadido*

CdM debe tender a 1, todo lo que esté por encima manifiesta el despilfarro actual.

2.7.3. DESPILFARRO EN EL PROCESO

El tiempo que ocupan todas aquellas tareas dentro del proceso que no aporta ningún valor, pueden ser transporte, almacenaje, demora, etc. Cuantificará cuánto es el despilfarro de tiempo con respecto al tiempo del proceso. El CdP mide lo mal que está diseñado el proceso, la cantidad de desplazamientos y almacenajes que hay dentro del proceso

$$CdP = 1 + \frac{\sum(\text{Tiempo de tareas de no VA})}{\sum(\text{Tiempo de tareas de VA})}$$

Fórmula 9: Despilfarro en el proceso (José Agustín Cruelles, 2013)

Dónde:

CdP: *Coeficiente de despilfarro por proceso.*

Cdp debe tender a 1, todo lo que esté por encima manifiesta el despilfarro actual por proceso.

2.8. BALANCE DE LÍNEA

Según Render Heizer en su libro Administración de la producción el balance de línea de ensamble tienden a seguir el paso de las tareas asignadas a los individuos o a las estaciones de trabajo por lo tanto, las líneas de ensamble se balancean cambiando tareas de un individuo a otro. Se realiza con el objetivo de minimizar el desequilibrio entre máquinas y personas mientras se cumple con la producción requerida. (Heizer, 2007)

Agustín Cruelles en su libro Mejora de métodos y Tiempos de Fabricación propone que el equilibrio de líneas de producción se basa en la igualdad de la capacidad de producción en cada una de las tareas secuenciales de una línea, el balance puede realizarse dividiendo la tarea, redistribuyendo operaciones, también utilizado estaciones de trabajo paralelas, unificando tareas y por último realizando el rediseño del método de trabajo. (Cruelles, 2013).

Redistribución de las operaciones.- Consiste en suprimir diversas operaciones de una estación de trabajo que esté sobresaturada e incorporarlas a una estación anterior o posterior cuya saturación sea baja, equilibrando de este modo la línea de producción. (Cruelles, 2013)

Para el balance de línea e tiene en cuenta las siguientes variables.

Sumatoria del producto entre el tiempo de cada operación y la cantidad de operarios que la realizan.

$$\text{Minuto Total del Operario} = \sum_{i=1}^3 (\text{min } x \text{ operario})$$

El tiempo mayor entre los tiempos de cada operación

Ciclo de control = Es tiempo Mayor entre los tiempos de cada operación

Sumatoria de los operarios que ejecutan las operaciones

Número de operarios = Σ (operarios)

Tiempo que toma la línea en relación a su ciclo de control

Total de minutos por línea = Ciclo de control x N° de operarios

Porcentaje de balance de línea, este es mayor a medida que los tiempos de las distintas operaciones se aproximan.

$$\% \text{ Balance de línea} = \frac{\text{Minuto Total del Operario}}{\text{Total del minuto por Línea}} \times 100$$

$$\text{Desempeño de línea} = 1 - \left[\left(\frac{\text{Tolerancia hombre}}{\text{Tiempos por Turno}} \right) + \left(\frac{\text{Tolerancias Máquina}}{\text{Tiempos Por turno}} \right) \right]$$

Ciclo de control ajustado según el desempeño de la línea.

$$\text{Ciclo de Control Ajustado} = \frac{\text{Ciclo de Control}}{\text{Desempeño de línea}} \times 100$$

Cantidad de unidades por cada hora de trabajo

$$\text{Unidades hora} = \left(\frac{60 \text{ min}}{\text{Ciclo de control ajustado}} \right)$$

Cantidad de unidades por cada turno de trabajo

$$\text{Unidades Turno} = \left(\frac{\text{Unidades}}{\text{Hora}} \right) \times \left(\frac{\text{Horas}}{\text{Turno}} \right)$$

Costo de mano de obra por cada unidad producida

$$\text{Costo x unidad} = \frac{\text{N° Operarios x Salario}}{\frac{\text{Unidades}}{\text{Turno}}} \quad (\text{E-Resources, 2012})$$

PRODUCTIVIDAD

Según Heizer & Render la productividad es la porción de salidas (bienes y servicios) dividida entre uno o más recursos (Trabajo, capital), la mejora de la productividad significa la mejora de la eficiencia. La productividad se mide de dos formas.

Productividad monofactorial.- Indica la relación entre un recurso y los bienes y servicios producidos.

$$Productividad_{mono} = \frac{Unidades\ Producidas}{Horas\ de\ trabajo}$$

Fórmula 10: Productividad monofactorial (Render, 2007)

Productividad multifactorial.- Indica la relación entre muchos o todos los recursos (inputs) y los bienes y servicios producidos (outputs). La productividad multifactorial también se conoce como productividad de factor total.

$$Productividad_{mult} = \frac{Output}{Trabajo + Material + Energía + Capital + Varios}$$

Fórmula 11: Productividad multifactorial (Render, 2007)

CAPÍTULO III

3. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA MICROEMPRESA “NANTU TAMIA”.

3.1. RESEÑA HISTÓRICA

Desde hace varias décadas, el cantón Otavalo se caracteriza por ser el principal eje articulador del turismo, es una importante zona turística, hotelera y comercial, se dedica también a elaborar diversos productos artesanales de manufactura y entre ellos sobresalen los tejidos que ha permitido un enorme crecimiento turístico, económico y social del cantón. Dentro de la gama de productos artesanales, hay que mencionar las prendas de vestir confeccionadas en tela de algodón, dichas prendas son elaboradas en la ciudad de Otavalo por pequeñas y medianas microempresas y a medida que transcurre el tiempo el mercado se torna cada vez más competitivo, por lo que estas microempresas optan buscar nuevas estrategias para mejorar los procesos de producción, tomando decisiones que apunten a un mejor posicionamiento en el mercado con precios competitivos.

La microempresa de Artesanías Nantu Tamia, se encuentra ubicada en la ciudad de Otavalo, Parroquia El Jordán, sector del Terminal de Otavalo en la calle Roca 14-28 entre Quito y Neptalí Ordoñez. Cuenta con un local comercial propio en la Plaza de Ponchos en la calle Salinas entre Sucre y 31 de Octubre. Formalizó sus actividades el 05 de mayo del 2000. El talento humano con que cuenta la empresa es multifuncional esto permite confeccionar con gran facilidad la variedad de productos que oferta la empresa, cabe mencionar que los principales productos fabricados por la microempresa son prendas de vestir en tela de algodón y están dirigidos al sector de damas y niñas.

Los productos ofertados por la microempresa se comercializan en mercados nacionales brevemente podemos mencionar algunas ciudades como Quito, Guayaquil, Riobamba, Galápagos, Cuenca, Loja entre otras, en lo que respecta a mercados internacionales los productos se comercializan en países tales como Estados Unidos, España, Alemania, México, Colombia, Venezuela entre otros.

En la microempresa de Artesanías Nantu Tamia por investigación directa se evidencia la falta de aplicación de procesos, así también se evidencia la carencia de procesos estandarizados, la ausencia del tiempo de ciclo, la mala distribución del trabajo, considerando lo mencionado anteriormente se puede resumir que el resultado de la investigación refleja la baja producción y comercialización por parte de la microempresa.

3.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MICROEMPRESA

La microempresa Nantu Tamia actualmente opera con cuatro trabajadores, tres en el área de producción y una persona en el almacén dedicada exclusivamente a ventas. En el proceso de confección se utiliza tela de algodón, encajes, cinta, tejido en crochet e hilos. La microempresa confecciona productos artesanales en tela de algodón, los cuales son apreciados en el extranjero por su calidad y material ligero ya que es muy utilizada en climas cálidos por la propiedad que posee la tela de algodón.

Nombre de la Microempresa: Artesanías “NANTU TAMIA”



FIGURA 3: Logotipo de confecciones Nantu Tamia

3.2.1. UBICACIÓN DE LA MICROEMPRESA

Artesanías “NANTU TAMIA” se logra localizar en Ecuador, provincia Imbabura, cantón Otavalo, calle Roca 14-28 entre Quito y Neptalí Ordoñez. La referencia principal es que se encuentra cerca al terminal terrestre de la ciudad y por la unidad educativa Jacinto Collahuazo.



FIGURA 3.1: Ubicación de la empresa Nantu Tamia

Fuente: Google map

Teléfonos: 593 099 838 6066

3.2.2. PRODUCTOS QUE OFRECE LA MICROEMPRESA

La microempresa “NANTU TAMIA en su amplia gama de productos elabora vestidos para damas y niñas, además, elabora blusas en diferentes estilos, todos los productos se realizan en diferentes tonalidades siendo el color beige el color natural que prefiere el cliente, en cuanto al producto que más predomina en la empresa son los vestidos de niñas.





Fuente: Productos que ofrece la microempresa Nantu Tamia

3.3.SELECCIÓN DEL PRODUCTO

El promedio de ventas de los productos desde febrero a julio del presente año muestra los siguientes resultados.

Tabla 3. Promedio de ventas de los productos

	DETALLE	PRECIO UNIDAD	CANTIDAD	PROMEDIO DE VENTAS
1	VESTIDOS GRANDES MANGA CORTA	\$ 11,00	63	\$ 693,00
2	VESTIDOS GRANDES SIN MANGA	\$ 10,50	58	\$ 609,00
3	BLUSAS MANGA LARGA	\$ 9,00	58	\$ 522,00
4	BLUSAS MANGA CORTA	\$ 8,00	70	\$ 560,00
5	BLUSAS SIN MANGA	\$ 7,00	75	\$ 525,00
6	VESTIDOS TALLA 0	\$ 4,80	93	\$ 446,40
7	VESTIDOS TALLA 1	\$ 4,80	98	\$ 470,40
8	VESTIDOS TALLA 2	\$ 4,80	96	\$ 460,80
9	VESTIDOS TALLA 3	\$ 5,00	105	\$ 525,00
10	VESTIDOS TALLA 4	\$ 5,00	107	\$ 535,00
11	VESTIDOS TALLA 5	\$ 6,50	101	\$ 656,50
12	VESTIDOS TALLA 6	\$ 6,50	113	\$ 734,50
13	VESTIDOS TALLA 7	\$ 7,00	103	\$ 721,00
14	VESTIDOS TALLA 8	\$ 7,00	113	\$ 791,00
	TOTAL		1253	\$ 8.249,60

Fuente: Microempresa Nantu Tamia

Los datos del promedio de ventas de los meses comprendidos entre febrero, marzo, abril, mayo, junio y julio fueron otorgados por la microempresa siendo vendidas 1.253 unidades dando un total en ventas de 8.249,60 dólares.

Se organiza la información en un diagrama Pareto con el objeto de resumir la información y así tomar la decisión más acertada del producto a estudiar.

El resumen que brinda la ilustración 3.6 indica que el 47,53 % de las ventas hacen referencia a vestidos de tallas 8-6-4-3-7, mientras que el 37,68 % de las ventas hacen referencia a los vestidos de tallas 5-1-2-0, incluido blusas sin manga y finalmente el 14,59 % de las ventas que hacen referencia a los demás productos que oferta la microempresa.

La ilustración 3.6 muestra los productos más vendidos.

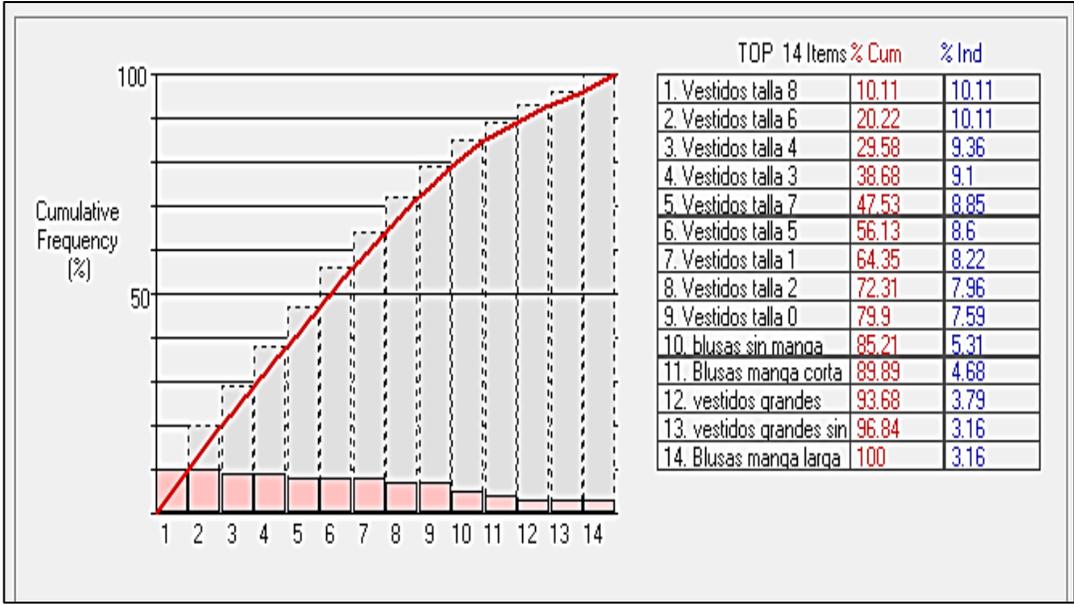


Ilustración 3.6: Diagrama de Pareto en Desing tools

Fuente. Nantu Tamia

Para nuestro estudio se elige los vestidos de niñas, ya que son los productos que más ventas han generado y además es el producto que mayor tiempo se invierte para su producción.

3.3.1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Este producto es realizado en tela marquizeta también llamada tela de gasa hecha en su totalidad de algodón, su uso es preferido por los consumidores que se encuentran en zonas cálidas, zonas costeras y en algunos países su uso es preferido en la estaciones de verano por su material ligero.

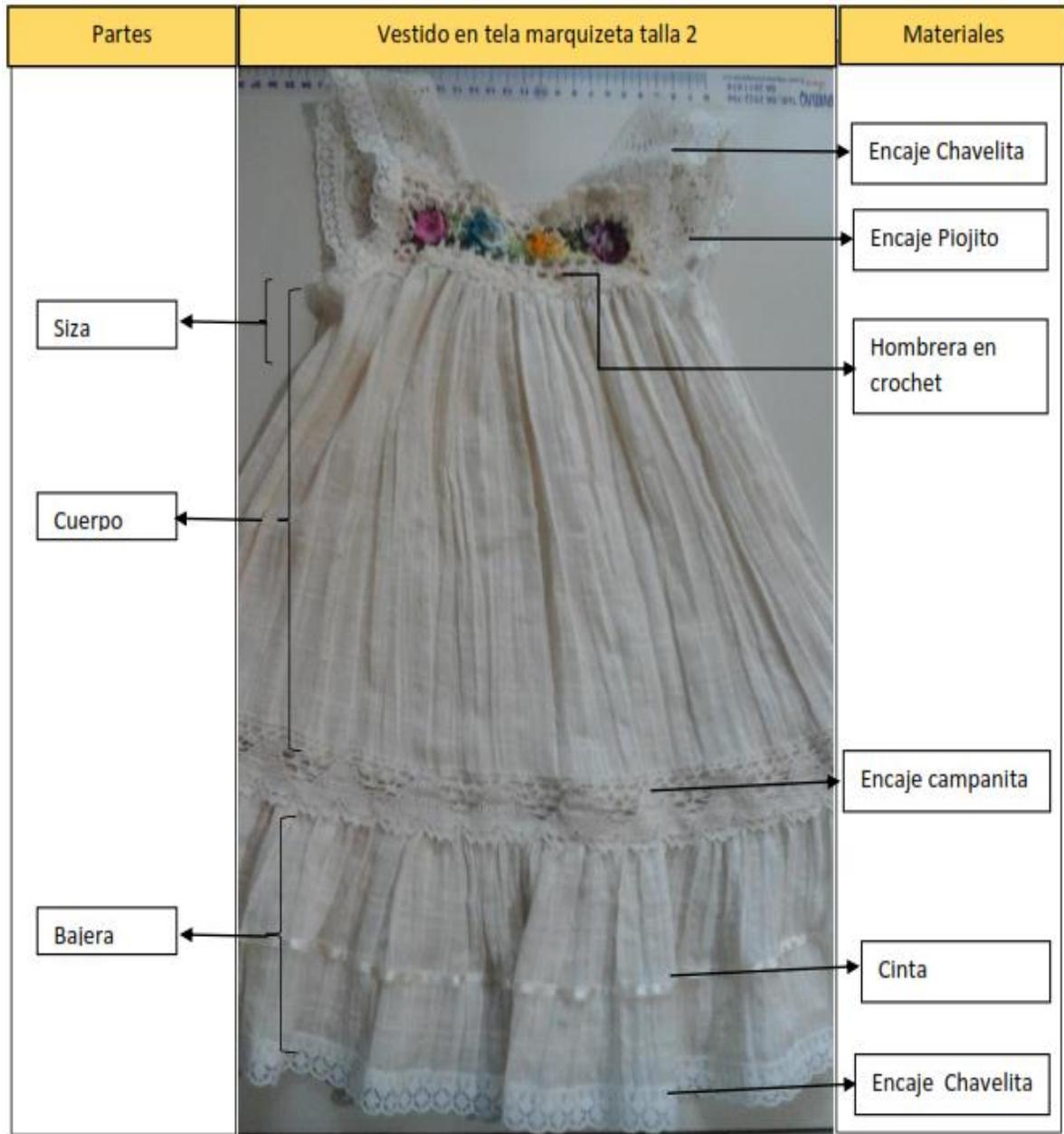


FIGURA 3.2: Vestido en tela marquizeta

Fuente: Nantu Tamia

3.3.2. MATERIA PRIMA PARA LA CONFECCIÓN DE VESTIDOS

La materia prima a utilizar es cinta, encajes, hilos, tela, que se muestra a continuación.

MATERIA PRIMA PARA LA CONFECCIÓN DE VESTIDOS		
 A wooden shelf filled with various spools of thread in different colors and sizes, organized in rows.	 A close-up of a large spool of white lace ribbon with a delicate, repeating floral pattern.	 A collection of white crocheted lace items, including a long piece and a smaller, heart-shaped piece, both featuring colorful floral patterns.
 A large spool of white lace ribbon, similar to the one in illustration 3.8, shown from a different angle.	 A vertical strip of white lace with a bell-shaped (campanita) pattern, showing the intricate details of the design.	 A spool of white lace ribbon with a pójito (eyelet) pattern, showing the characteristic holes in the fabric.
	 A large stack of white fabric, possibly lace or a similar material, piled up on a wooden surface.	

Fuente: Artesanías Nantu Tamia

3.3.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso inicia con el corte de tela, no se realiza con una cortadora eléctrica solo se utiliza tijeras.



Ilustración 3.14: Corte de tela

Fuente: Nantu Tamia

El siguiente paso es cocer los fillos para evitar que la tela se deshile. La costura de fillos no es más que la costura de los bordes en la máquina overlock.



Ilustración 3.15: Costura de fillos

Fuente: Nantu Tamia

Para el formado de bajeras, se procede a coser el encaje Chavelita en seguida coser la cinta, para esto se utiliza la máquina recta en este caso máquina Juki.



Ilustración 3.16: Costura de bajeras

Fuente: Nantu Tamia

Más tarde se procede al formado del cuerpo, que es la costura de la parte intermedia del vestido, en donde se cose el encaje campanita que es un encaje de mayor tamaño y también posee diseños agradables y muy atractivos.

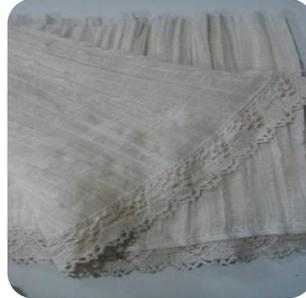


Ilustración 3.17: Costura de cuerpo

Fuente: Nantu Tamia

Posteriormente se realiza el encarrujado de las piezas bajas y cuerpo, se realiza el encarrujado con el fin de dar forma a los vestidos, lo que ayuda a que el vestido se adapte mejor a la silueta de la persona que use el vestido.



Ilustración 3.18: Encarrujado de bajera y cuerpo

Fuente: Nantu Tamia

A continuación se realiza el formado de hombreras, en este proceso se utiliza el encaje piojito y el tejido en crochet de diversos diseños y colores.



Ilustración 3.19: Armado de hombrera

Fuente: Nantu Tamia

Por último se realiza la unión de piezas bajera, cuerpo y hombrera dando forma al vestido que después de una inspección está listo para su comercialización.



Ilustración 3.20: Unión de piezas del vestido

Fuente: Nantu Tamia

3.4.DIAGRAMAS DEL PROCESO

3.4.1. DIAGRAMA SIPOC (PROVEEDOR, RECURSOS, PROCESOS, CLIENTE)

En cuanto al diagrama sipoc se realiza con el fin de conocer el conjunto de procesos que están inmiscuidos o interrelacionados, mismos que permiten la producción de los vestidos, además en dicho diagrama se muestra los proveedores y también los clientes potenciales.

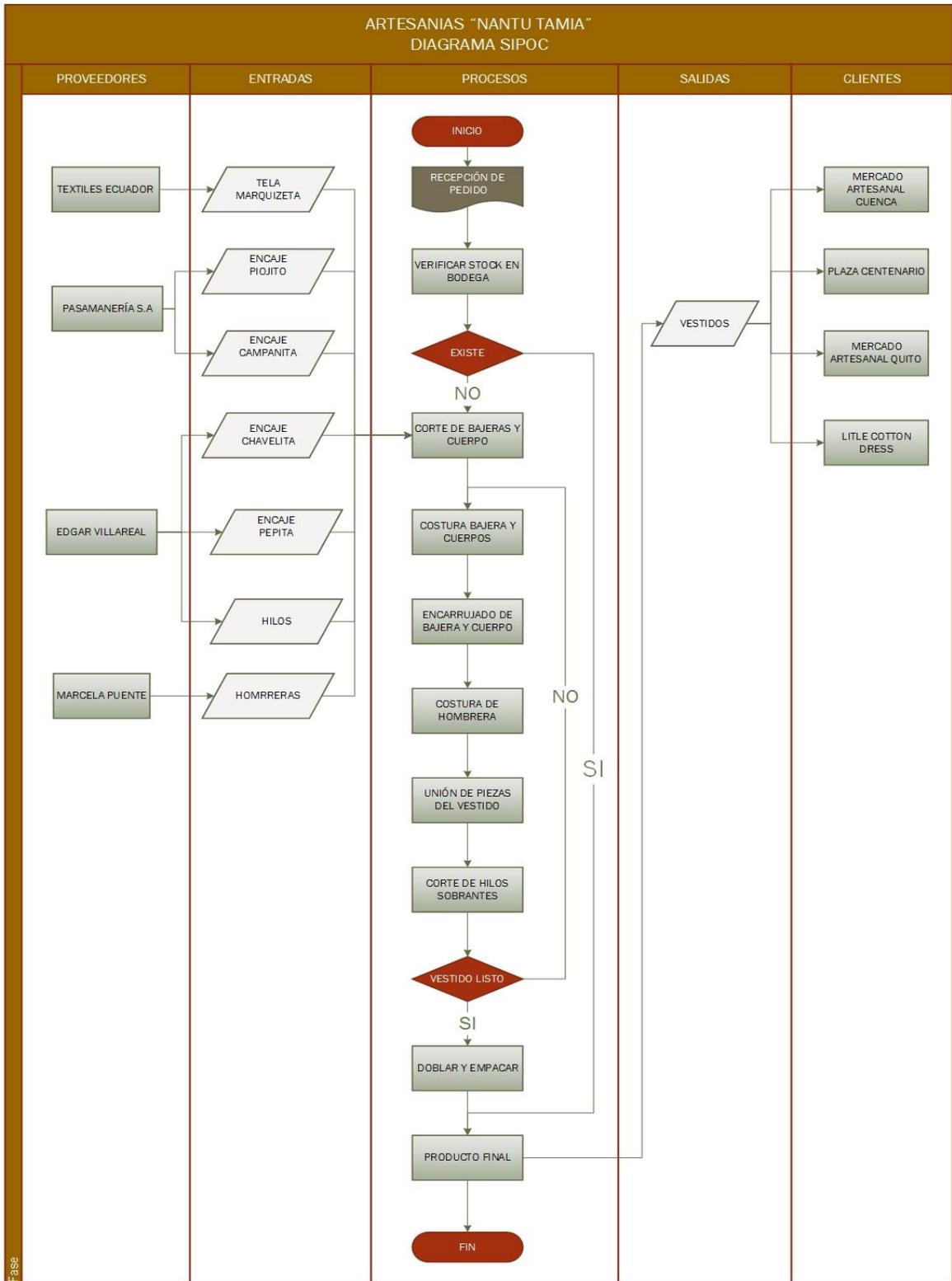


FIGURA 3.3: Macro proceso Artesanías "Nantu Tamia"
Elaborado por: Rolando Jimbo S.

3.4.2. DIAGRAMA DEL PROCESOS DE CONFECCIÓN

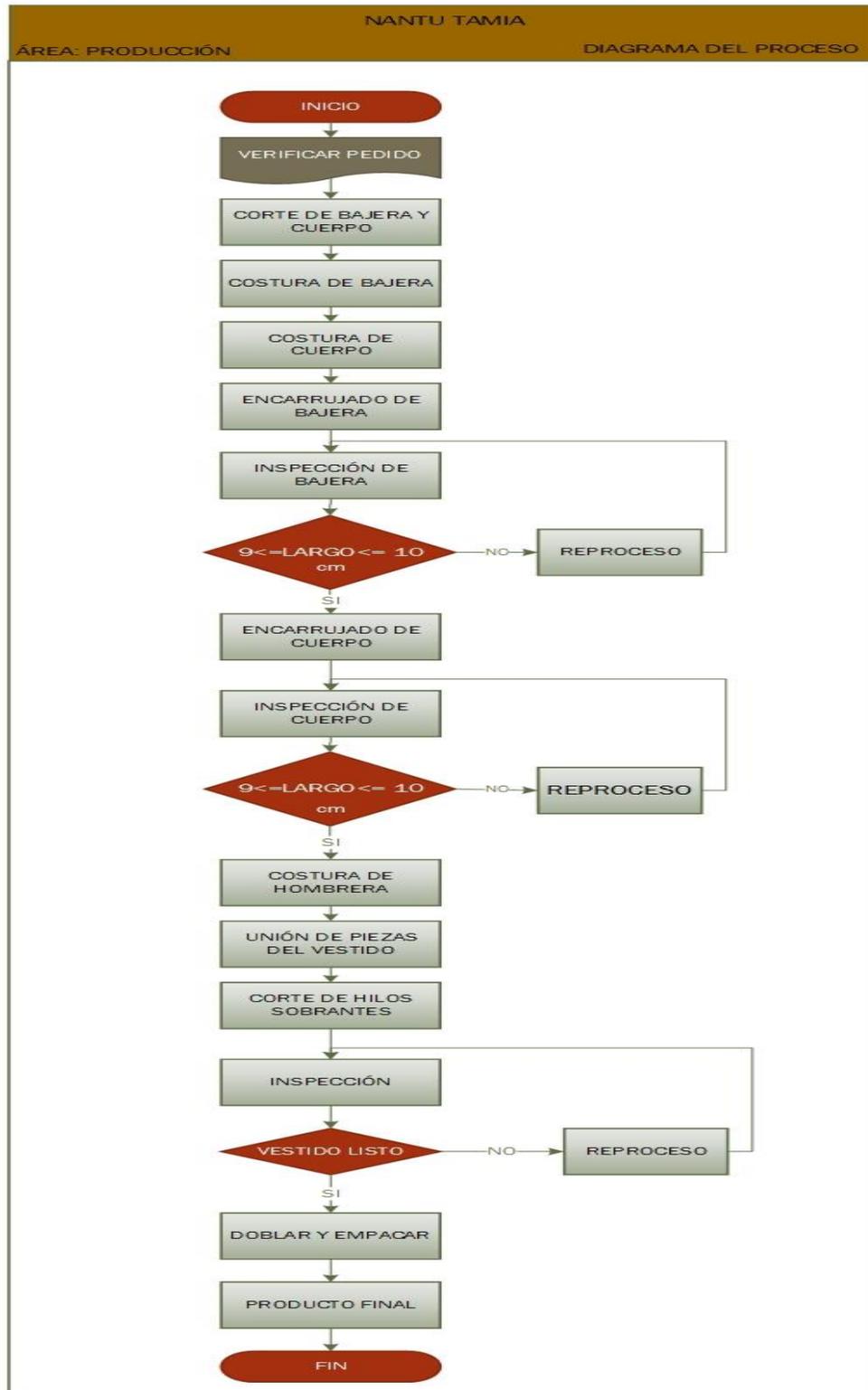


FIGURA 3.4: Proceso elaboración de vestido talla N° 8
Elaborado por: Rolando Jimbo S.

3.4.3. DIVIDIR LAS ACTIVIDADES EN ELEMENTOS

Para la confección del vestido se realiza una descripción detallada del proceso de confección, separando las tareas en elementos con el fin de conseguir una idea más acertada de la confección del vestido, además nos será de gran ayuda al momento de realizar nuestro estudio de tiempos.

SEPARAR ACTIVIDADES			
	ESTUDIO N°		SEPARAR TAREA EN ELEMENTOS
	SECCIÓN:		ÁREA DE PRODUCCIÓN
	FECHA:		
	HOJA 1		
	ELABORADO POR:		ROLANDO JIMBO S.
N°	ACTIVIDAD	ELEMENTOS	IMAGEN
1	Corte de Bajera	Seleccionar tela de la bodega	
		Desplazarse a la mesa de trabajo	
		Tender tela en la mesa	
		Medir tela para bajera	
		Corte de tela	
		Colocar tela cortada en la mesa	
		Doblado tela para bajera	
		Colocar tela cortada en la mesa	
2	Corte de Cuerpo	Tender tela en la mesa	
		Medir tela para cuerpo	
		Corte de tela	
		Colocar tela cortada en la mesa	
		Doblado de tela para cuerpo	
		Colocar tela cortada en la mesa	
3	Costura de filós	Traslado a máquina brother IV	
		Costura de Filós de bajera	
		Costura de Filós de cuerpo	
4	Formado de Bajera	Traslado a máquina Juki	
		Costura de encaje chavelita	
		Costura de cinta	
5	Formado de cuerpo	Costura de encaje campanita	

FIGURA 3.5: Pasos para la confección de vestidos

Elaborado por: Rolando Jimbo S.

SEPARAR ACTIVIDADES			
	ESTUDIO N° 1		SEPARAR TAREA EN ELEMENTOS
	SECCIÓN:		ÁREA DE PRODUCCIÓN
	FECHA:		
	HOJA		2
	ELABORADO POR:		ROLANDO JIMBO S.
N°	SECCIÓN	ELEMENTOS	IMAGEN
6	Costura de extremos	Traslado a máquina brother IV	
		Costura de extremos con sisa	
		Costura de extremos de bajera	
7	Encarrujado de Bajera y cuerpo	Traslado a máquina kingtex	
		Encarrujado de bajera	
		Inspección de encarrujado	
		Encarrujado de cuerpo	
		Inspección de encarrujado	
8	Formado de Hombrera	Traslado a máquina brother IV	
		Formar Hombrera en encaje piojito	
		Inspección de hilos	
9	Unión de piezas del vestido	Traslado a máquina Juki	
		Costura de Hombrera y Cuerpo	
		Costura de Encaje chavelita lado 1	
		Costura de Encaje chavelita lado 2	
		Inspección de hilos	
		Cuerpo y bajera	
10	Revisión de vestido	Cortar hilos sueltos	

FIGURA 3.6: Pasos para la confección de vestidos

Elaborado por: Rolando Jimbo S.

3.5.DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

El siguiente punto importante es la distribución de planta llamada también LAY OUT y está en efecto muestra cómo se encuentra distribuida la maquinaria, lugares de trabajo también el proceso que sigue la confección de vestidos en la empresa. En la figura 3.7 se visualiza lo antes mencionado.

El área de confección tiene una dimensión de 35 metros cuadrados, cuenta con una bodega de producto terminado que es también usada como bodega de materia prima y tiene una dimensión de 14,62 metros cuadrados. Un pequeño almacén está ubicado en la parte delantera equipado con perchas y mercancía, en ese almacén hay una persona que se encarga de la venta de producto terminado.

También cuenta con un pequeño baño de 5,19 metros cuadrados, cabe mencionar que no se ilustra la vivienda que se encuentra ubicada junto al almacén ya que por temas académicos solo nos interesa el lugar en donde se produce los vestidos. En la sección de confección están presentes 3 operarios.

Distribución de planta 2D



FIGURA 3.7: Distribución de planta Vista superior

Elaborado por: Rolando Jimbo S.

Distribución de planta 3D



FIGURA 3.8: Vista frontal con elevación de 45°

Elaborado por: Rolando Jimbo S.

Distribución de planta área de producción de vestidos 2D

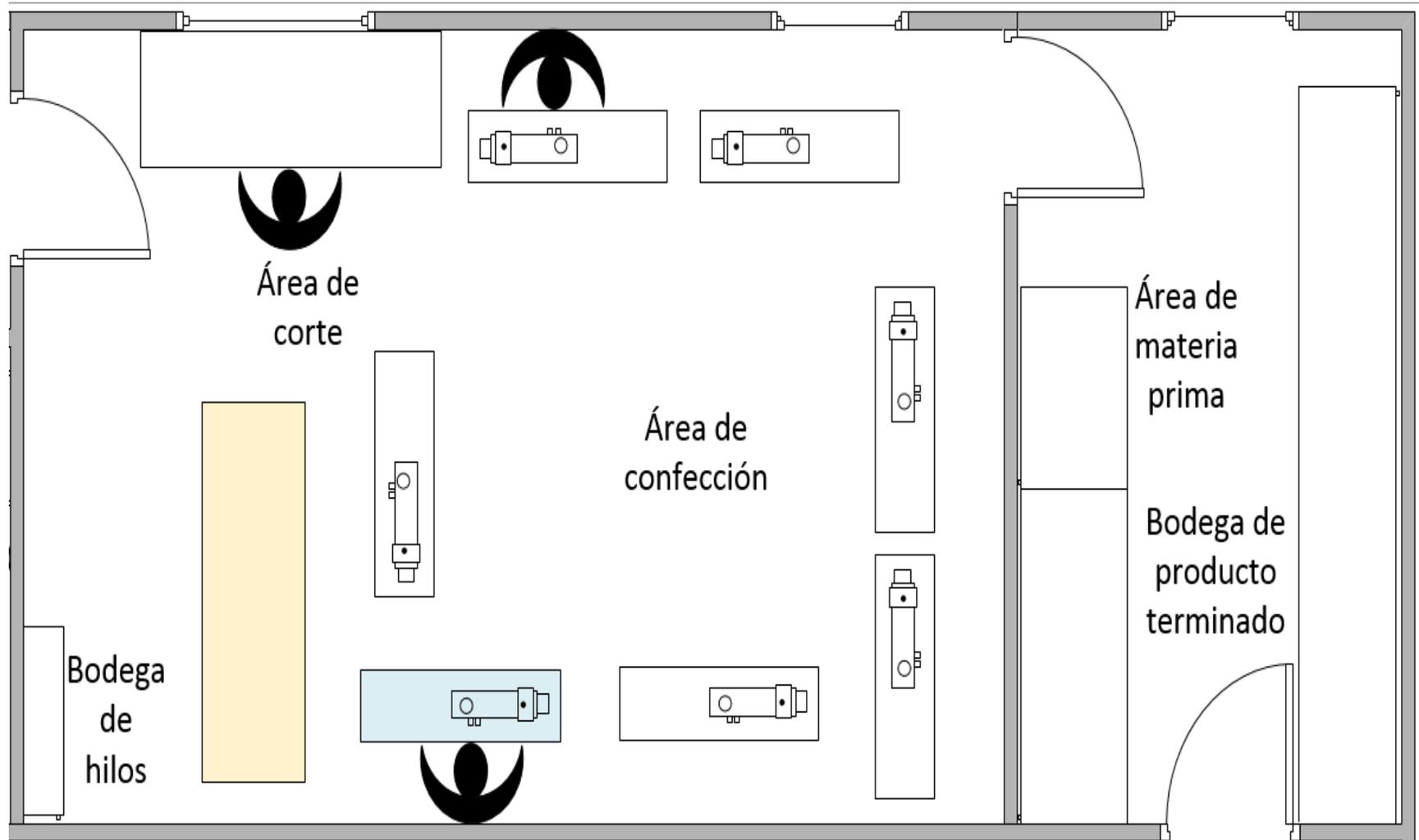


FIGURA 3.9: Vista superior empresa Nantu Tamia

Elaborado por: Rolando Jimbo S.

3.5.1. MAQUINARIA Y MUEBLES DE EMPRESA

La empresa cuenta con estanterías tanto para el área de materia prima, al igual que la bodega de producto terminado y el almacén, también cuenta con máquinas rectas y overlock para la confección de vestidos.

Tabla 3.1 Muebles y equipo de oficina

DETALLE	ANCHO	FONDO	ALTO	CANTIDAD
BANCO DE TRABAJO	228	80	81	2
ESTANTERÍA	136	80	200	1
ESTANTERÍA	264	80	200	1
ESTANTERÍA	200	80	200	1
ESTANTERÍA	186	80	200	1
ESTANTERÍA	198	42	150	3
ESTANTERÍA	121	44	150	1
ESTANTERÍA	166	44	150	1
ESTANTERIA GRANDE	136	80	200	4
ESTANTERÍA PEQUEÑA	118,5	40	220	1
ESTANTES	198	42	150	3
ESTANTES	121	44	150	1
ESTANTES	166	44	150	1
COMPUTADOR	36	36	46	1
ESCRITORIO	125	90	72	1
IMPRESORA	44,6	33,2	18,9	1
SILLA DE OFCINA	62,9	68,8	101,5	1
SILLA	38,5	52	98	9

Tabla 3.2 Maquinaria utilizada para la confección de vestidos

DETALLE	ANCHO	FONDO	ALTO	CANTIDAD
MAQUINA OVERLOCK INDUSTRIAL BROTHER IV	52	12	44	1
MAQUINA OVERLOCK INDUSTRIAL JUKI VII	52	12	44	1
MAQUINA OVERLOCK INDUSTRIAL KINGTEX V	52	12	44	1
MAQUINA OVERLOCK INDUSTRIAL RIMOLDI VI	52	12	44	1
MAQUINA RECTA INDUSTRIAL CONSEW III	52	12	44	1
MAQUINA RECTA INDUSTRIAL JONTEX II	52	12	44	1
MAQUINA RECTA INDUSTRIAL MERCURY I	52	12	44	1

Fuente: Área de producción empresa Nantu Tamia

3.5.2. TALENTO HUMANO

El talento humano es multifuncional y está conformado por 4 miembros actualmente, cada operario del área de producción realiza todas las operaciones involucradas en la confección de vestidos, blusas y su gama de productos, mientras que el área de ventas está encargada de la compra de materia prima y venta de producto terminado.

Tabla 3.3 Personal que labora en la empresa

Área de trabajo	Sexo	Número de operarios(as)
Corte y distribución de producto terminado	Masculino	1
Confección de vestidos	Femenino	1
Confección de vestidos	Femenino	1
Ventas	Femenino	1

Fuente: Área de producción de vestidos

Elaborado por: Rolando Jimbo S.

El material más importante que adopta para la confección de vestidos es tela de algodón, con sus llamativos encajes tanto en algodón como en poliéster, por último esta los hilos, los materiales descritos son trasladados de diferentes ciudades hacia la ciudad de Otavalo lugar donde se confeccionan los vestido, blusas y diferentes prendas de vestir.

Tabla 3.4 Personal que labora en la empresa

Materia prima	Proveedor	Origen	Destino
Encaje algodón campanita	Pasamanería	Guayaquil	Otavalo
Encaje algodón piojito	Pasamanería	Guayaquil	Otavalo
Encaje poliéster Chavelita	Edgar Villareal	Quito	Otavalo
Encaje poliéster pepita	Edgar Villareal	Quito	Otavalo
Hilos chinos	Edgar Villareal	Quito	Otavalo
Textiles Ecuador	Tela algodón	Quito	Otavalo

Fuente: Área de producción de vestidos

Elaborado por: Rolando Jimbo S.

3.5.3. DIAGRAMA DE PROCESOS

El diagrama de procesos permite conocer cada una de las operaciones necesarias para la confección de vestidos.

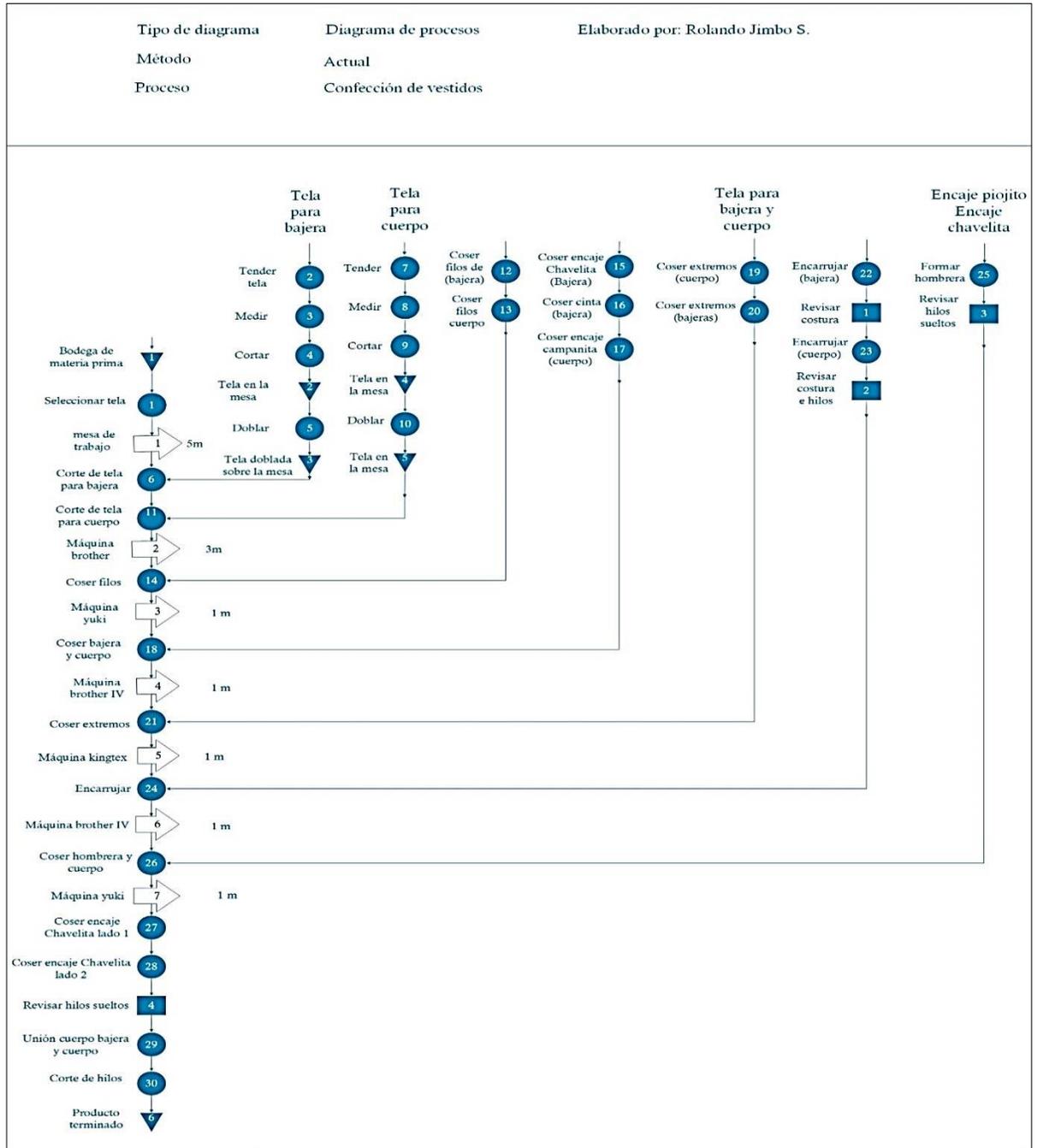


FIGURA 3.10: Diagrama de procesos de vestidos

Elaborado por: Rolando Jimbo S.

3.6. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS

Tabla 3.5 Diagrama de recorrido confección de vestido

DIAGRAMA DE RECORRIDO									
Actividad:	Método	Actual	Propuesto	Resumen					
Objeto	Empieza	Termina	Operario	Material	Equipo	Actividad	Actual	Propuesto	Economía
Lugar:						Operación	24		
						Transporte	7		
						Espera	0		
						Inspección	4		
Elaborado por: Rolando Jimbo S.						Almacenamiento	4		
Aprobado por:						Distancia (m)	13		
						Tiempo (min-hombre)	19,3		

Descripción	Cant.	Distancia (m)	Tiempo estandar (seg)	V.A	Símbolo				Observaciones	
					●	→	□	▼		
1. Corte de bajera	1		1		●					
	2	5	1		→					
	3		8		●					una a la vez
	4		17		●					una a la vez
	5		17		●					Manual
	6		1		●			▼		
	7		19		●			▼		
	8		1		●			▼		
2. Corte de cuerpo	9		11		●					una a la vez
	10		25		●					una a la vez
	11		23		●					Manual
	12		1		●			▼		
	13		22		●			▼		
	14		1		●			▼		
3. Costura de hilos	15	3	1		→					
	16		105		●					
	17		41		●					
4. Costura bajera	18	1	1		→					
	19		48		●					
5. Costura de cuerpo	20		73		●					
	21		59		●					
6. Costura de extremos	22	1	1		→					
	23		30		●					
	24		28		●					
7. Encarujado	25	1	1		→					
	26		38		●					
	27		10		●			□		
	28		56		●			□		
8. Costura hombrera	29		14		●			□		
	30	1	1		→					
	31		63		●			□		
9. Unión de piezas	32		18		●			□		
	33	1	1		→					
	34		56		●					
	35		79		●					
	36		80		●					
10. Revisión de vestido	37		32		●			□		
	38		134		●					
	39		45		●					
Distancia total (m)			13							
Tiempo total (min)							19,3			

Elaborado por: Rolando Jimbo S.

Tabla 3.6 Resultados del diagrama de flujo de procesos

NOMBRE	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (seg)	TIEMPO(min)
OPERACIÓN		24	1079,9	18,0
INSPECCIÓN		4	74,0	1,2
TRANSPORTE		7	3,9,5	0,1
ESPERA		0	0	0,0
ALMACENAMIENTO		4	2,5	0,04
TOTAL		39	1454,8	19,34

Fuente: Resumen del diagrama de flujo de procesos

La tabla numero 3.6 muestra un resumen donde existen 24 elementos de operación, 4 elementos de inspección, también 7 elementos de transporte y por último 4 elementos de almacenamiento.

El ratio de operación permite cuantificar operaciones que generan valor en el ciclo de producción. Y es la relación entre el tiempo de las operaciones y el tiempo total.

$$\text{Ratio de la operación} = \frac{\text{Tiempo de operaciones}}{\text{Tiempo total de ciclo}}$$

$$\text{Ratio de la operación} = \frac{19,6}{19,6 + 1,3 + 0,8 + 0,3}$$

$$\text{Ratio de la operación} = 0,88$$

Por lo tanto el ratio de operación muestra que el trabajo realizado esta al 88%.

3.7. DIAGRAMA DE PROCESOS EN LA PLANTA

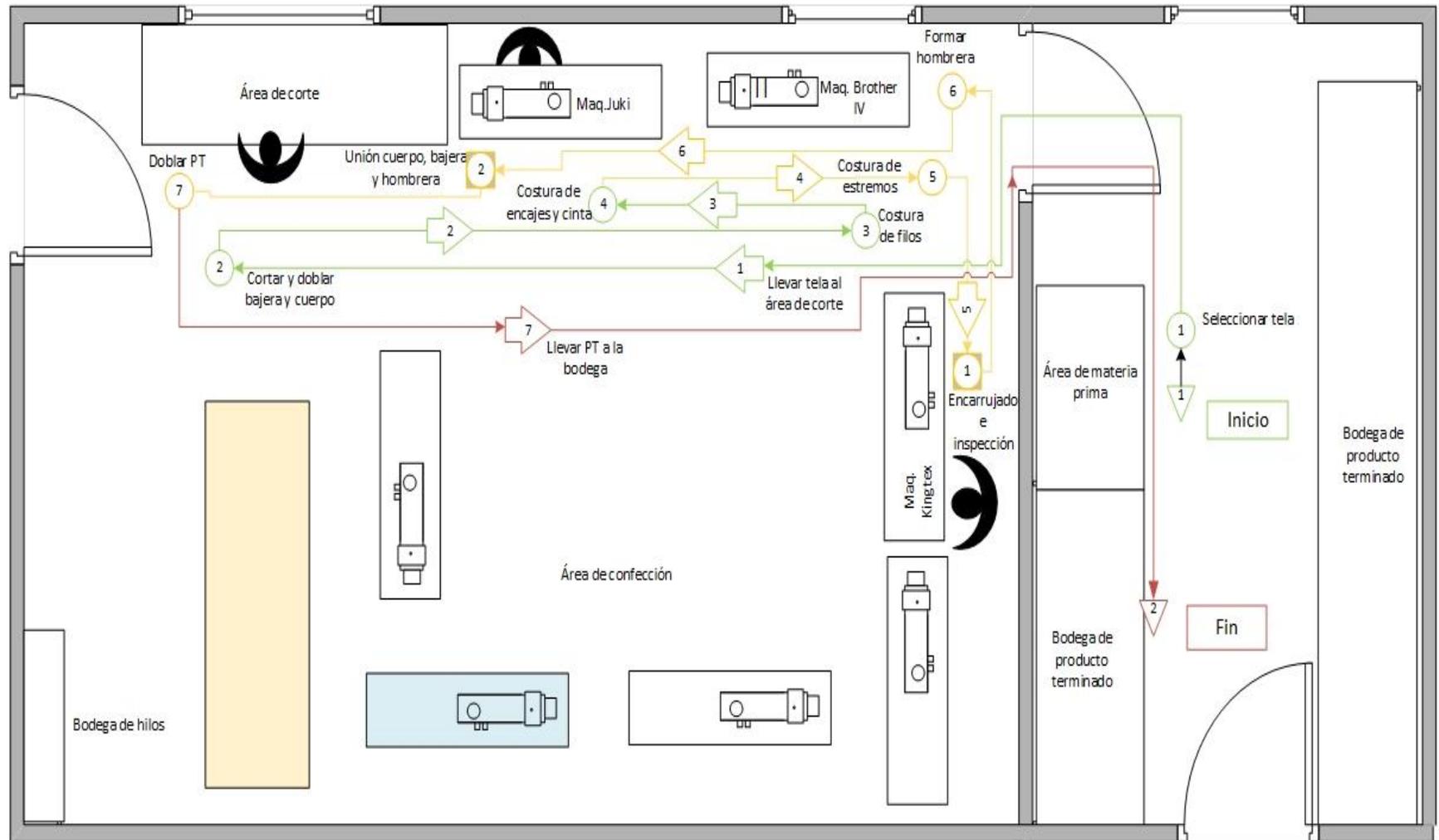


FIGURA 3.11: Diagrama de procesos en la planta Nantu Tamia

Elaborado por: Rolando Jimbo S.

El diagrama de procesos permite precisar la distancia que se desplaza el material en cada una de las estaciones de trabajo, además muestra el tiempo que ocupa para la realización de cada elemento como son operación, inspección, traslado y demora.

3.8. NÚMERO DE OBSERVACIONES

Delimitadas las operaciones se procede a realizar diez observaciones, todo esto con la finalidad de calcular el número de observaciones necesarias para nuestro estudio de tiempos, la tabla 3.7 y 3.8 muestran las observaciones preliminares, el cálculo realizado y con la ayuda de la tabla de MUNDEL permite determinar el número total de observaciones a realizar.

Realizadas las diez mediciones, seleccionar el valor inferior (B) y el valor mayor (A), luego realizar la división de $(A-B)/(A+B)$ resultando un factor que comparamos en la tabla de Mundel dando el total de observaciones a realizar.

En el elemento tender tela en la mesa elegimos nuestro valor inferior (B) = 9 y nuestro valor superior (A) =12, utilizando la fórmula tenemos $(A-B)/(A+B) = (12-9)/(12+9)$ resultando el valor de 0,14 a continuación comparamos en la tabla de Mundel y para el valor de 0,14 necesitamos realizar 13 observaciones de 10 ciclos resultando un total de 130 observaciones. A continuación se procede a realizar las observaciones necesarias para todos los elementos.

Tabla 3.7 Observaciones a realizar para el estudio de tiempos hoja 1

CÁLCULO DE OBSERVACIONES																
		ESTUDIO N°	MÉTODO		ACTUAL							OPERACIÓN: CONFECCIÓN DE VESTIDOS				
		OBSERVACIONES PRELIMINARES	SECCIÓN:		ÁREA DE PRODUCCIÓN					HOJA	1		(A-B)/(A+B)			
			ELABORADO POR:		ROLANDO JIMBO S.					FECHA:	LUNES 02 DE MAYO 2016					
ELEMENTOS			OBSERVACIONES (segundos)										VALOR INFERIOR (B)	VALOR SUPERIOR (A)	TOTAL	Total obs.
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	Corte de Bajera	Tender tela en la mesa	9	10	11	10	12	11	9	12	10	11	9	12	0,14	130
		Medir tela para bajera	16	17	20	16	17	21	18	19	17	18	16	21	0,14	130
		Corte de tela	19	20	21	19	21	20	19	21	20	21	19	21	0,06	20
		Doblado de tela para bajera	20	18	16	16	18	18	16	16	20	18	16	20	0,12	100
2	Corte de Cuerpo	Tender tela en la mesa	9	11	12	10	12	11	12	10	11	10	9	12	0,14	130
		Medir tela para cuerpo	23	21	22	23	22	23	22	23	21	23	21	23	0,05	10
		Corte de tela para cuerpo	23	22	20	21	21	21	21	21	21	22	20	23	0,07	30
		Doblado de tela para cuerpo	23	22	20	22	23	22	24	22	23	22	20	24	0,09	50
3	Costura de fillos	Costura de Filos de bajera	92	93	91	102	99	94	96	95	89	98	89	102	0,07	30
		Costura de Filos de cuerpo	38	42	39	42	41	40	39	42	41	40	38	42	0,06	20
4	Costura de bajera	Costura de encaje chavelita	52	51	49	42	45	51	52	49	51	49	42	52	0,11	80
		Costura de cinta	67	66	74	73	68	74	72	68	71	76	66	76	0,07	30

Elaborado por: Rolando Jimbo S.

Tabla 3.8 Observaciones a realizar para el estudio de tiempos hoja 2

CÁLCULO DE OBSERVACIONES																
		ESTUDIO N°	MÉTODO			ACTUAL							OPERACIÓN: CONFECCIÓN DE VESTIDOS			
		OBSERVACIONES PRELIMINARES	SECCIÓN:			ÁREA DE PRODUCCIÓN					HOJA	2		(A-B)/(A+B)		
			ELABORADO POR:			ROLANDO JIMBO S.					FECHA:	LUNES 02 DE MAYO 2016				
ELEMENTOS			OBSERVACIONES (segundos)										VALOR INFERIOR (B)	VALOR SUPERIOR (A)	TOTAL	Total observaciones
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
5	Costura de cuerpo	Costura de encaje campanita	60	57	55	62	59	62	61	60	54	61	54	62	0,06	20
6	Costura de extremos	Costura de extremos de cuerpo	30	27	27	30	29	31	34	33	31	35	27	35	0,13	110
		Costura de extremos de bajera	24	29	26	25	27	25	24	25	25	26	24	29	0,09	50
7	Encarrujado de bajera y cuerpo	Encarrujado de bajera	41	38	35	37	38	33	39	32	38	33	32	41	0,12	100
		Inspección de encarrujado	9	10	10	9	11	11	9	11	9	10	9	11	0,10	70
		Encarrujado de cuerpo	53	51	52	53	49	51	51	53	53	48	48	53	0,05	10
		Inspección de encarrujado	12	11	13	10	11	11	10	11	10	13	10	13	0,13	110
8	Costura de hombrera	Formar Hombrera en encaje pjojito	57	59	60	67	56	66	61	59	60	56	56	67	0,09	50
		Inspección de hilos	17	16	14	15	13	16	16	15	14	16	13	17	0,13	110
9	Costura de piezas del vestido	Costura de Hombrera y Cuerpo	57	58	60	66	56	66	63	63	60	55	55	66	0,09	50
		Encaje chavelita lado 1	84	86	84	90	93	88	88	89	93	92	84	93	0,06	20
		Encaje chavelita lado 2	88	90	88	94	92	90	93	91	91	94	88	94	0,03	10
		Inspección de hilos	30	31	29	33	31	30	28	31	31	30	28	33	0,08	40
		Costura de Cuerpo y bajera	126	129	131	130	137	135	134	141	132	141	126	141	0,05	10
10	Revisión del vestido	Cortar hilos sueltos	38	40	39	41	41	40	41	39	41	42	38	42	0,05	10

Elaborado por: Rolando Jimbo S.

La tabla 3.7 y 3.8 muestran el número total de observaciones a realizar, a continuación se procede a completar el número de observaciones faltantes ya que inicialmente tenemos diez observaciones y en el caso de medir tela para bajera el total de observaciones asciende a 130 observaciones menos las 10 observaciones ya realizadas el número total de observaciones a realizar es de 120. Cabe mencionar que las 130 observaciones se realiza en 10 ciclos (o series) de 13 observaciones tal como se muestra en el estudio del elemento tender tela en la mesa.

3.8.1. SELECCIÓN ALEATORIA DE LAS OBSERVACIONES

La selección aleatoria de las observaciones es de suma importancia porque permite obtener la muestra en cualquier instante de la jornada laboral, esto ayuda a que los datos sean más confiables, es comprensible que el rendimiento del operario no sea el mismo en la mañana que en la tarde porque el operario muestra signos naturales de cansancio y fatiga que son signos propios de la jornada laboral.

Para el elemento tender tela es necesario realizar 130 observaciones menos las diez observaciones preliminares resulta un total de 120 observaciones que serán distribuidas en el número de días que se designen para tal estudio, en este caso se establece tres días para dar termino a las 120 observaciones.

$$\text{Número de observaciones al día} = \frac{\text{Muestra}}{\text{Número de días disponibles para el estudio}}$$

$$\text{Número de observaciones al día} = \frac{120}{3} = 40 \text{ muestras/ día}$$

Las observaciones dependen de la situación de la empresa, para nuestro estudio se procede a realizar 25 observaciones en la mañana y 15 en la tarde durante tres días para completar las ciento veinte observaciones.

3.8.2. CÁLCULO DEL TIEMPO NORMAL

Ya realizadas el total de las observaciones, la siguiente etapa es calcular el tiempo normal de cada elemento y se realiza a través de escrutinios que devuelve el tiempo más repetitivo y la actividad más observada.

3.8.2.1. Cálculo del tiempo normal en la actividad corte de bajera

a. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Tender tela en la mesa”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza para las siguientes observaciones.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Observado} \times \text{Actividad Observada}}{\text{Actividad Normal}}$$

$$\text{Tiempo normal} = \frac{11 \times 75}{100} = 8,25$$

Es imperativo recordar que la actividad normal tiene un valor o una ponderación de 100, así tenemos que en la actividad observada el valor es de 75 ya que el operario redujo su rendimiento normal por ser observado.

Tabla 3.9 Tiempo normal para tender tela.

TIEMPO NORMAL											
OPERACIÓN: TENDER TELA EN LA MESA											
ELABORADO POR:			ROLANDO JIMBO S.				FECHA: LUNES 02-MAYO-2106				
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)											
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN
1	75	11	8,25	12	9	10	7,5	11	8,25	9	6,75
2	75	10	7,5	10	7,5	9	6,75	12	9	10	7,5
3	75	10	7,5	10	7,5	10	7,5	12	9	10	7,5
4	75	9	6,75	9	6,75	9	6,75	12	9	12	9
5	75	10	7,5	12	9	10	7,5	11	8,25	12	9
6	75	9	6,75	12	9	11	8,25	10	7,5	12	9
7	75	12	9	9	6,75	12	9	9	6,75	9	6,75
8	75	12	9	12	9	10	7,5	12	9	12	9
9	75	9	6,75	9	6,75	10	7,5	12	9	10	7,5
10	75	12	9	12	9	9	6,75	9	6,75	9	6,75
11	75	10	7,5	12	9	11	8,25	10	7,5	12	9
12	75	10	7,5	11	8,25	10	7,5	10	7,5	9	6,75
13	75	9	6,75	11	8,25	12	9	9	6,75	9	6,75
14	75	10	7,5	9	6,75	9	6,75	11	8,25	9	6,75
15	75	12	9	12	9	12	9	9	6,75	9	6,75
16	75	12	9	12	9	11	8,25	11	8,25	9	6,75
17	75	10	7,5	9	6,75	12	9	9	6,75	12	9
18	75	9	6,75	11	8,25	11	8,25	12	9	10	7,5
19	75	10	7,5	10	7,5	9	6,75	10	7,5	9	6,75
20	75	12	9	11	8,25	11	8,25	9	6,75	9	6,75
21	75	10	7,5	10	7,5	9	6,75	11	8,25	11	8,25
22	75	9	6,75	11	8,25	9	6,75	12	9	12	9
23	75	9	6,75	12	9	11	8,25	9	6,75	12	9
24	75	11	8,25	10	7,5	10	7,5	11	8,25	12	9
25	75	12	9	12	9	11	8,25	10	7,5	9	6,75
26	75	9	6,75	12	9	10	7,5	10	7,5	12	9
Act= Actividad TO=Tiempo observado TN=Tiempo normal											

Fuente: Nantu Tamia

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$\text{Valor promedio} = \frac{\sum TN}{N^{\circ} \text{ de observaciones}}$$

$$\text{Valor promedio} = \frac{1020,75}{(26*5)} = 7,85$$

$$\text{Desviación superior} = 7,85 * (1,33) = 10,443$$

$$\text{Desviación inferior} = 7,85 * (1 - 0,33) = 5,2595$$

Tabla 3.10 Datos inferior y superior de la operación Tender tela

Descripción	segundos
Desviación Superior (+33%)	10,43
Valor medio	8
Desviación inferior (-33%)	5
Valor Máximo	9
Valor Mínimo	6,75

Fuente: Nantu Tamia

Por lo tanto todo valor mayor a 10,44 y menor a 5,2595 debe eliminarse. En el caso de estudio los valores están dentro de los límites y no existen valores a eliminar.

El siguiente paso es encontrar el número de intervalos.

$$N^{\circ} \text{ de intervalos} = \sqrt{\text{Tamaño de la muestra}}$$

$$N^{\circ} \text{ de intervalos} = \sqrt{130} = 11,402$$

Luego se divide el listado en 11 partes, para ello, se busca el tiempo mayor y menor del listado y estos son valor máximo igual a 9 y valor mínimo igual a 6,75. Por último se busca el incremento.

$$\text{Incremento} = \frac{\text{Tiempo mayor} - \text{Tiempo menor}}{\text{Intervalos}}$$

$$\text{Incremento} = \frac{9 - 6,75}{11} = 0,2045$$

Tomando 6,75 nuestro tiempo mínimo incrementamos 0,2045 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es de 9 a esto también damos una ponderación de las actividades que ira de 60 a 100, a continuación se coloca en el formato el tiempo y las frecuencias como se muestra en la **Tabla 3.11**.

Tabla 3.11 Frecuencia de los tiempos de tender tela en la mesa

OPERACIÓN		ACTIVIDAD								
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100
6,75										
6,95					38					
6,95										
7,16										
7,16										
7,36										
7,36										
7,57					32					
7,57										
7,77										
7,77										
7,98										
7,98										
8,18										
8,18										
8,39					21					
8,39										
8,59										
8,59										
8,80										
8,80					39					
9,00										

Fuente: Nantu Tamia

Obtenido el tiempo modal, se procede a sacar el promedio de estos dos tiempos.

$$\bar{x} = \frac{8,80 + 9}{2} = 8,9$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos de la siguiente fórmula.

$$Tiempo\ normal = \frac{Tiempo\ Observado \times Actividad\ Observada}{Actividad\ Normal}$$

$$Tiempo\ normal = \frac{8,9 \times 75}{100} = 6,6733\ (seg)$$

Los resultados muestran que el tiempo normal para realizar la operación de tender tela sobre la mesa es de 6,6733 segundos. A continuación se presenta una tabla que resume de los pasos realizados.

Tabla 3.12 Resumen del procedimiento para conocer el tiempo normal en la operación tender tela.

TIEMPO NORMAL												
OPERACIÓN: TENDER TELA EN LA MESA												
ELABORADO POR:			ROLANDO JIMBO S.					FECHA: LUNES 02-MAYO-2106				
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)												
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	
1	75	11	8,25	12	9	10	7,5	11	8,25	9	10	6,75
2	75	10	7,5	10	7,5	9	6,75	12	9	10	7,5	
3	75	10	7,5	10	7,5	10	7,5	12	9	10	7,5	
4	75	9	6,75	9	6,75	9	6,75	12	9	12	9	
5	75	10	7,5	12	9	10	7,5	11	8,25	12	9	
6	75	9	6,75	12	9	11	8,25	10	7,5	12	9	
7	75	12	9	9	6,75	12	9	9	6,75	9	6,75	
8	75	12	9	12	9	10	7,5	12	9	12	9	
9	75	9	6,75	9	6,75	10	7,5	12	9	10	7,5	
10	75	12	9	12	9	9	6,75	9	6,75	9	6,75	
11	75	10	7,5	12	9	11	8,25	10	7,5	12	9	
12	75	10	7,5	11	8,25	10	7,5	10	7,5	9	6,75	
13	75	9	6,75	11	8,25	12	9	9	6,75	9	6,75	
14	75	10	7,5	9	6,75	9	6,75	11	8,25	9	6,75	
15	75	12	9	12	9	12	9	9	6,75	9	6,75	
16	75	12	9	12	9	11	8,25	11	8,25	9	6,75	
17	75	10	7,5	9	6,75	12	9	9	6,75	12	9	
18	75	9	6,75	11	8,25	11	8,25	12	9	10	7,5	
19	75	10	7,5	10	7,5	9	6,75	10	7,5	9	6,75	
20	75	12	9	11	8,25	11	8,25	9	6,75	9	6,75	
21	75	10	7,5	10	7,5	9	6,75	11	8,25	11	8,25	
22	75	9	6,75	11	8,25	9	6,75	12	9	12	9	
23	75	9	6,75	12	9	11	8,25	9	6,75	12	9	
24	75	11	8,25	10	7,5	10	7,5	11	8,25	12	9	
25	75	12	9	12	9	11	8,25	10	7,5	9	6,75	
26	75	9	6,75	12	9	10	7,5	10	7,5	12	9	
Act= Actividad TO=Tiempo observado TN=Tiempo normal												
OPERACIÓN		ACTIVIDAD										
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
6,75					38							
6,95												
6,95												
7,16												
7,16												
7,36												
7,36												
7,57					32							
7,57												
7,77												
7,77												
7,98												
7,98												
8,18												
8,18												
8,39					21							
8,39												
8,59												
8,59												
8,80												
8,80					39							
9,00												
N° de intervalo	11,402	Desviación superior (+33%)					10,443					
Incremento	0,2045	Valor medio(s)					8					
Intervalo modal	8,90	Desviación inferior (-33%)					5					
Tiempo normal	6,6733	Valor máximo					9,00					
		Valor mínimo					6,75					

Fuente: Nantu Tamia

b. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Medir tela para bajera”

$$Tiempo\ normal = \frac{Tiempo\ Observado \times Actividad\ Observada}{Actividad\ Normal} = \frac{19 \times 85}{100} = 16,15$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$Valor\ promedio = \frac{\sum TN}{N^\circ\ de\ observaciones} = \frac{2102,9}{(26 * 5)} = 16,17$$

$$Desviación\ superior = 16,17 * (1,33) = 21,514$$

$$Desviación\ inferior = 16,17 * (1 - 0,33) = 11$$

Tabla 3.13 Datos inferior y superior de la operación Medir tela

Descripción	segundos
Desviación Superior (+33%)	21,514
Valor medio	16
Desviación inferior (-33%)	11
Valor Máximo	18,70
Valor Mínimo	13,60

Fuente: Nantu Tamia

Por lo tanto todo valor mayor a 21,514 y menor a 11 debe eliminarse. En el caso de estudio los valores están dentro de los límites y no existen valores a eliminar.

El siguiente paso es encontrar el número de intervalos.

$$N^\circ\ de\ intervalos = \sqrt{Tamaño\ de\ la\ muestra} = \sqrt{130} = 11,4$$

Luego se divide el listado en 11 partes, también se busca el tiempo mayor y menor del listado y estos son valor máximo igual a 18,70 y valor mínimo igual a 13,60.

Por último nos ayudamos de la siguiente fórmula para buscar el incremento.

$$Incremento = \frac{Tiempo\ mayor - Tiempo\ menor}{Intervalos}$$

$$Incremento = \frac{18,70 - 13,60}{11,4} = 0,4636$$

Tomando 13,60 nuestro tiempo mínimo incrementamos 0,4636 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es de 18,70 a esto también damos una ponderación de las actividades que ira de 60 a 100, a continuación se coloca en el formato el tiempo y las frecuencias como se muestra en la Tabla 3.14

Tabla 3.14 Frecuencia de los tiempos de tender tela en la mesa

OPERACIÓN		ACTIVIDAD								
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100
13,60										
14,06							16			
14,06										
14,53							22			
14,53										
14,99										
14,99										
15,45							16			
15,45										
15,92										
15,92							17			
16,38										
16,38										
16,85										
16,85							23			
17,31										
17,31										
17,77										
17,77										
18,24							19			
18,24										
18,70							17			

Fuente: Nantu Tamia

Obtenidos el tiempo que más se repite se procede a sacar el promedio de estos dos tiempos

$$\bar{x} = \frac{16,85 + 17,31}{2} = 17,08$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Observado} \times \text{Actividad Observada}}{\text{Actividad Normal}}$$

$$\text{Tiempo normal} = \frac{17,08 \times 85}{100} = 14,516(\text{seg})$$

Los resultados muestran que el tiempo normal para realizar la operación medir tela para bajera es de 14,516 segundos. A continuación se presenta una tabla que resume de los pasos realizados.

Tabla 3.15 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en la operación medir.

TIEMPO NORMAL											
OPERACIÓN: MEDIR TELA PARA BAJERA											
ELABORADO POR:			ROLANDO JIMBO S.				FECHA: LUNES 02-MAYO-2106				
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)											
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN
1	85	19	16,15	20	17	18	15,3	18	15,3	17	14,45
2	85	20	17	20	17	19	16,15	19	16,15	18	15,3
3	85	19	16,15	19	16,15	19	16,15	20	17	22	18,7
4	85	21	17,85	19	16,15	22	18,7	20	17	16	13,6
5	85	18	15,3	18	15,3	16	13,6	20	17	22	18,7
6	85	18	15,3	22	18,7	17	14,45	17	14,45	19	16,15
7	85	22	18,7	21	17,85	20	17	16	13,6	21	17,85
8	85	22	18,7	20	17	17	14,45	17	14,45	16	13,6
9	85	21	17,85	20	17	21	17,85	18	15,3	18	15,3
10	85	17	14,45	20	17	19	16,15	17	14,45	18	15,3
11	85	22	18,7	22	18,7	17	14,45	22	18,7	21	17,85
12	85	21	17,85	18	15,3	16	13,6	20	17	17	14,45
13	85	18	15,3	20	17	21	17,85	21	17,85	20	17
14	85	20	17	21	17,85	21	17,85	17	14,45	18	15,3
15	85	19	16,15	22	18,7	22	18,7	16	13,6	21	17,85
16	85	20	17	17	14,45	16	13,6	19	16,15	22	18,7
17	85	20	17	19	16,15	16	13,6	17	14,45	20	17
18	85	20	17	17	14,45	16	13,6	17	14,45	21	17,85
19	85	22	18,7	20	17	19	16,15	16	13,6	21	17,85
20	85	19	16,15	22	18,7	22	18,7	22	18,7	21	17,85
21	85	17	14,45	21	17,85	21	17,85	18	15,3	20	17
22	85	20	17	19	16,15	20	17	17	14,45	16	13,6
23	85	19	16,15	17	14,45	16	13,6	16	13,6	21	17,85
24	85	20	17	18	15,3	16	13,6	17	14,45	18	15,3
25	85	17	14,45	16	13,6	17	14,45	17	14,45	18	15,3
26	85	16	13,6	22	18,7	21	17,85	19	16,15	17	14,45
Act= Actividad		TO=Tiempo observado				TN=Tiempo normal					
OPERACIÓN		ACTIVIDAD									
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
13,60							16				
14,06											
14,06							22				
14,53											
14,53											
14,99											
14,99							16				
15,45											
15,45											
15,92											
15,92											
16,38							17				
16,38											
16,85											
16,85							23				
17,31											
17,31											
17,77											
17,77											
18,24							19				
18,24											
18,70							17				
N° de intervalo	11,402	Desviación superior (+33%)					21,514				
Incremento	0,4636	Valor medio(s)					16				
		Desviación inferior (-33%)					11				
Intervalo modal	17,08	Valor máximo					18,70				
Tiempo normal	14,516	Valor mínimo					13,60				

Fuente: Nantu Tamia

c. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Corte de tela”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza el mismo cálculo para las demás observaciones.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Observado} \times \text{Actividad Observada}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{23 \times 85}{100} = 19,6$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$\text{Valor promedio} = \frac{\sum TN}{N^{\circ} \text{ de observaciones}}$$

$$\text{Valor promedio} = \frac{530,4}{(30)} = 17,68$$

$$\text{Desviación superior} = 17,68 * (1,33) = 23,514$$

$$\text{Desviación inferior} = 17,68 * (1 - 0,33) = 11,84$$

Por lo tanto todo valor mayor a 23,514 y menor a 11,84 debe eliminarse. En el caso de estudio los valores están dentro de los límites y no existen valores a eliminar.

El siguiente paso es encontrar el número de intervalos.

$$N^{\circ} \text{ de intervalos} = \sqrt{30} = 5,47$$

Luego se divide el listado en 5 partes, también se busca el tiempo mayor y menor del listado y estos son valor máximo igual a 19,55 y valor mínimo igual a 16,15.

Por último nos ayudamos de la siguiente fórmula para buscar el incremento.

$$\text{Incremento} = \frac{19,55 - 16,15}{5,47} = 0,68$$

Tomando 16,15 nuestro tiempo mínimo incrementamos 0,68 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es de 19,55 a esto también damos una ponderación de las actividades que ira de 60 a 100, a continuación se coloca en el formato el tiempo y las frecuencias como se muestra en la tabla 3.16

Tabla 3.16 Frecuencia de los tiempos en la actividad corte de tela

OPERACIÓN		ACTIVIDAD								
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100
16,15										
16,83							7			
16,83							8			
17,51										
17,51							6			
18,19										
18,19							2			
18,87										
18,87							7			
19,55										

Fuente: Nantu Tamia

Obtenidos el tiempo que más se repite se procede a sacar el promedio de estos dos tiempos.

$$\bar{x} = \frac{16,83 + 17,51}{2} = 17,17$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$Tiempo\ normal = \frac{Tiempo\ Observado\ x\ Actividad\ Observada}{Actividad\ Normal}$$

$$Tiempo\ normal = \frac{17,17\ x\ 85}{100} = 14,594(seg)$$

Los resultados muestran que el tiempo normal para realizar la operación corte de tela es de 14,594 segundos. A continuación se presenta la tabla 3.17 que resume de los pasos realizados.

Tabla 3.17 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en la operación de corte

TIEMPO NORMAL											
OPERACIÓN: CORTE DE TELA											
ELABORADO POR:			ROLANDO JIMBO S.				FECHA: LUNES 02-MAYO-2106				
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)											
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN
1	85	23	19,55	23	19,55	23	19,55	21	17,85	21	17,85
2	85	23	19,55	19	16,15	20	17	19	16,15	20	17
3	85	20	17	20	17	23	19,55	22	18,7	20	17
4	85	21	17,85	22	18,7	23	19,55	21	17,85	19	16,15
5	85	20	17	21	17,85	19	16,15	21	17,85	19	16,15
6	85	23	19,55	20	17	19	16,15	20	17	19	16,15
Act= Actividad TO=Tiempo observado TN=Tiempo normal											
OPERACIÓN		ACTIVIDAD									
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
16,15							7				
16,83							8				
17,51							6				
18,19							2				
18,87							7				
19,55											
N° de intervalo	5,4772	Desviación superior (+33%)								23,514	
Incremento	0,68	Valor medio(s)								18	
		Desviación inferior (-33%)								12	
Intervalo modal	17,17	Valor máximo								19,55	
Tiempo normal	14,595	Valor mínimo								16,15	

Fuente: Nantu Tamia

d. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Doblar tela para bajera”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza el mismo cálculo para las demás observaciones.

$$Tiempo\ normal = \frac{Tiempo\ Observado\ x\ Actividad\ Observada}{Actividad\ Normal} = \frac{26\ X\ 90}{100} = 23,4$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$Valor\ promedio = \frac{\sum TN}{N^{\circ}\ de\ observaciones} = \frac{1692,9}{(20\ x\ 5)} = 16,93$$

$$Desviación\ superior = 16,93 * (1,33) = 22,516$$

$$Desviación\ inferior = 16,93 * (1 - 0,33) = 11$$

Por lo tanto todo valor mayor a 22,516 debe eliminarse así también todo valor menor a 11 debe eliminarse. En el caso de estudio los valores a eliminar por no estar dentro del rango requerido son: 23,4; 26,1; 24,3; 27,9.

El siguiente paso es encontrar el número de intervalos.

$$N^{\circ}\ de\ intervalos = \sqrt{96} = 9,798$$

Luego se divide el listado en 10 partes, para ello, se busca el tiempo mayor y menor del listado y estos son valor máximo igual a 18,9 y valor mínimo igual a 14,40. Por último nos ayudamos de la siguiente fórmula para buscar el incremento.

$$Incremento = \frac{18,9 - 14,40}{10} = 0,45$$

Tomando 14,40 nuestro tiempo mínimo incrementamos 0,45 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es de 18,90 a esto también damos una ponderación de las actividades que ira de 60 a 100, a continuación se coloca en el formato el tiempo y las frecuencias como se muestra en la Tabla 3.18

Tabla 3.18 Frecuencia de los tiempos en la actividad doblado de tela

OPERACIÓN		ACTIVIDAD								
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100
14,40								19		
14,85										
14,85										
15,30										
15,30								18		
15,75										
15,75										
16,20										
16,20								9		
16,65										
16,65										
17,10										
17,10								20		
17,55										
17,55										
18,00										
18,00								14		
18,45										
18,45								16		
18,90										

Fuente: Nantu Tamia

Obtenidos el tiempo que más se repite se procede a sacar el promedio de estos dos tiempos

$$\bar{x} = \frac{17,10 + 17,55}{2} = 17,33$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Observado} \times \text{Actividad Observada}}{\text{Actividad Normal}}$$

$$\text{Tiempo normal} = \frac{17,33 \times 90}{100} = 15,593(\text{seg})$$

Los resultados muestran que el tiempo normal para realizar la operación de doblar tela para bajera es de 15,593 segundos. A continuación se presenta una tabla 3.19 que resume los pasos hechos.

Tabla 3.19 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en la operación doblar tela.

TIEMPO NORMAL											
OPERACIÓN: DOBLAR TELA PARA BAJERA											
ELABORADO POR:			ROLANDO JIMBO S.				FECHA: LUNES 02-MAYO-2106				
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)											
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN
1	90	26	23,4	16	14,4	20	18	17	15,3	16	14,4
2	90	17	15,3	21	18,9	19	17,1	21	18,9	18	16,2
3	90	17	15,3	18	16,2	17	15,3	19	17,1	20	18
4	90	18	16,2	17	15,3	17	15,3	18	16,2	19	17,1
5	90	20	18	29	26,1	21	18,9	16	14,4	16	14,4
6	90	16	14,4	19	17,1	20	18	16	14,4	16	14,4
7	90	19	17,1	19	17,1	19	17,1	19	17,1	17	15,3
8	90	19	17,1	19	17,1	16	14,4	19	17,1	21	18,9
9	90	20	18	19	17,1	16	14,4	19	17,1	20	18
10	90	16	14,4	16	14,4	16	14,4	17	15,3	19	17,1
11	90	18	16,2	20	18	17	15,3	17	15,3	20	18
12	90	21	18,9	18	16,2	21	18,9	17	15,3	20	18
13	90	27	24,3	19	17,1	16	14,4	18	16,2	19	17,1
14	90	20	18	21	18,9	16	14,4	21	18,9	19	17,1
15	90	20	18	16	14,4	21	18,9	20	18	18	16,2
16	90	19	17,1	31	27,9	17	15,3	21	18,9	20	18
17	90	21	18,9	21	18,9	21	18,9	17	15,3	21	18,9
18	90	20	18	16	14,4	17	15,3	17	15,3	17	15,3
19	90	17	15,3	18	16,2	16	14,4	21	18,9	16	14,4
20	90	17	15,3	19	17,1	21	18,9	16	14,4	19	17,1
Act= Actividad		TO=Tiempo observado				TN=Tiempo normal					
OPERACIÓN		ACTIVIDAD									
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
14,40								19			
14,85											
14,85											
15,30											
15,30								18			
15,75											
15,75											
16,20											
16,20								9			
16,65											
16,65											
17,10											
17,10								20			
17,55											
17,55											
18,00											
18,00								14			
18,45											
18,45								16			
18,90											
N° de intervalo	9,798					Desviación superior (+33%)				22,516	
Incremento	0,45					Valor medio(s)				17	
						Desviación inferior (-33%)				11	
Intervalo modal	17,33					Valor máximo				18,90	
Tiempo normal	15,593					Valor mínimo				14,40	

Fuente: Nantu Tamia

3.8.2.2. Cálculo del tiempo normal en la actividad corte de cuerpo

a. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Tender tela en la mesa”

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Observado} \times \text{Actividad Observada}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{11 \times 95}{100} = 10,45$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$\text{Valor promedio} = \frac{\sum TN}{\text{N}^\circ \text{ de observaciones}} = \frac{1241,5}{(125)} = 9,93$$

$$\text{Desviación superior} = 9,93 * (1,33) = 13,209$$

$$\text{Desviación inferior} = 9,93 * (1 - 0,33) = 11,40$$

Por lo tanto todo valor mayor a 13,209 debe eliminarse así también todo valor menor a 7 debe eliminarse. En el caso de estudio los valores a eliminar por no estar dentro del rango requerido son: 14,25; 13,3; 16,15; 16,15; 14,25.

El siguiente paso es encontrar el número de intervalos.

$$\text{N}^\circ \text{ de intervalos} = \sqrt{\text{Tamaño de la muestra}} = \sqrt{125} = 11,18$$

Luego se divide el listado en 11 partes, también se busca el tiempo mayor y menor del listado y estos son valor máximo igual a 11,40 y valor mínimo igual a 8,55. Por último nos ayudamos de la siguiente fórmula para buscar el incremento.

$$\text{Incremento} = \frac{\text{Tiempo mayor} - \text{Tiempo menor}}{\text{Intervalos}} = \frac{11,40 - 8,55}{11} = 0,2591$$

Tomando 8,55 nuestro tiempo mínimo incrementamos 0,2591 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es de 11,40 a esto también damos una ponderación de las actividades que ira de 60 a 100.

Obtenidos el tiempo que más se repite se procede a sacar el promedio de estos dos tiempos.

$$\bar{x} = \frac{9,33 + 9,59}{2} = 9,46$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Obs} \times \text{Actividad Obs}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{9,46 \times 95}{100} = 8,984(\text{seg})$$

Los resultados muestran que el tiempo normal para realizar la operación de tender tela sobre la mesa es de 8,984 segundos. A continuación se presenta la tabla 3.20 que resume los pasos hechos.

Tabla 3.20 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en la operación tender tela

TIEMPO NORMAL											
OPERACIÓN: TENDER TELA EN LA MESA											
ELABORADO POR:			ROLANDO JIMBO S.				FECHA: LUNES 09-MAYO-2106				
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)											
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN
1	95	11	10,45	9	8,55	12	11,4	11	10,2885	9	8,55
2	95	10	9,5	10	9,5	9	8,55	11	10,45	11	10,45
3	95	10	9,5	10	9,5	10	9,5	9	8,55	11	10,45
4	95	15	14,25	10	9,5	9	8,55	9	8,55	11	10,45
5	95	10	9,5	14	13,3	12	11,4	10	9,5	12	11,4
6	95	12	11,4	17	16,15	11	10,45	10	9,5	10	9,5
7	95	11	10,45	9	8,55	17	16,15	12	11,4	10	9,5
8	95	12	11,4	10	9,5	10	9,5	11	10,45	12	11,4
9	95	10	9,5	12	11,4	10	9,5	11	10,45	9	8,55
10	95	9	8,55	12	11,4	10	9,5	12	11,4	10	9,5
11	95	12	11,4	11	10,45	10	9,5	11	10,45	10	9,5
12	95	11	10,45	9	8,55	10	9,5	11	10,45	10	9,5
13	95	11	10,45	10	9,5	11	10,45	11	10,45	9	8,55
14	95	12	11,4	11	10,45	12	11,4	9	8,55	11	10,45
15	95	12	11,4	11	10,45	10	9,5	11	10,45	11	10,45
16	95	9	8,55	12	11,4	10	9,5	10	9,5	12	11,4
17	95	10	9,5	9	8,55	9	8,55	9	8,55	9	8,55
18	95	9	8,55	12	11,4	10	9,5	10	9,5	10	9,5
19	95	11	10,45	9	8,55	9	8,55	12	11,4	12	11,4
20	95	10	9,5	10	9,5	10	9,5	10	9,5	12	11,4
21	95	12	11,4	9	8,55	10	9,5	9	8,55	12	11,4
22	95	10	9,5	12	11,4	10	9,5	15	14,25	11	10,45
23	95	10	9,5	12	11,4	12	11,4	9	8,55	9	8,55
24	95	9	8,55	11	10,45	10	9,5	12	11,4	9	8,55
25	95	12	11,4	11	10,45	10	9,5	12	11,4	9	8,55
26	95	11	10,45	10	9,5	11	10,45	10	9,5	10	9,5
Act= Actividad			TO=Tiempo observado				TN=Tiempo normal				
OPERACIÓN		ACTIVIDAD									
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
8,55									27		
8,81											
8,81											
9,07											
9,07											
9,33											
9,33									42		
9,59											
9,59											
9,85											
9,85											
10,10											
10,10											
10,36									1		
10,36									27		
10,62											
10,62											
10,88											
10,88											
11,14											
11,14									28		
11,40											
N° de intervalo	11,18	Desviación superior (+33%)								13,209	
Incremento	0,2591	Valor medio(s)								9,93	
		Desviación inferior (-33%)								7	
Intervalo modal	9,46	Valor máximo								11,40	
Tiempo normal	8,984	Valor mínimo								8,55	

Fuente: Nantu Tamia

b. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Medir tela para cuerpo”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza el mismo cálculo para las demás observaciones.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{23 \times 95}{100} = 21,9$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$\text{Valor promedio} = \frac{\sum TN}{N^{\circ} \text{ de observaciones}} = \frac{650,8}{(30)} = 21,69$$

$$\text{Desviación superior} = 21,69 * (1,33) = 28,85$$

$$\text{Desviación inferior} = 21,69 * (1 - 0,33) = 15$$

Por lo tanto todo valor mayor a 28,85 y menor a 15 debe eliminarse. En el caso de estudio todos los valores están dentro del rango especificado.

El siguiente paso es encontrar el número de intervalos.

$$N^{\circ} \text{ de intervalos} = \sqrt{30} = 5,4772$$

Luego se divide el listado en 5 partes, para ello, se busca el tiempo mayor y menor del listado y estos son valor máximo igual a 22,80 y valor mínimo igual a 19,95. Por último nos ayudamos de la siguiente fórmula para buscar el incremento.

$$\text{Incremento} = \frac{22,80 - 19,95}{5} = 0,57$$

Tomando 19,95 nuestro tiempo mínimo incrementamos 0,57 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es 22,80 a esto también damos una ponderación de las actividades que ira de 60 a 100.

Obtenidos el tiempo que más se repite se procede a sacar el promedio de estos dos tiempos.

$$\bar{x} = \frac{21,66 + 22,80}{2} = 22,23$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$Tiempo\ normal = \frac{Tiempo\ Obsv.\ x\ Actividad\ Obsv}{Actividad\ Normal} = \frac{22,23\ x\ 95}{100} = 21,119(seg)$$

Los resultados muestran que el tiempo normal para realizar la operación medir tela para cuerpo es de 21,119 segundos. A continuación se presenta la tabla 3.21 que resume los pasos hechos.

Tabla 3.21 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en la operación medir tela para cuerpo

TIEMPO NORMAL											
OPERACIÓN: MEDIR TELA PARA CUERPO											
ELABORADO POR:			ROLANDO JIMBO S.				FECHA: LUNES 09-MAYO-2106				
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)											
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN
1	95	23	21,85	23	21,85	21	19,95	24	22,8	24	22,8
2	95	24	22,8	21	19,95	23	21,85	21	19,95	24	22,8
3	95	22	20,9	22	20,9	22	20,9	23	21,85	24	22,8
4	95	22	20,9	24	22,8	23	21,85	23	21,85	23	21,85
5	95	24	22,8	21	19,95	23	21,85	22	20,9	23	21,85
6	95	23	21,85	24	22,8	24	22,8	21	19,95	24	22,8
Act= Actividad TO=Tiempo observado TN=Tiempo normal											
OPERACIÓN		ACTIVIDAD									
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
19,95									5		
20,52									5		
20,52											
21,09											
21,09											
21,66											
21,66									10		
22,23									10		
22,23											
22,80											
N° de intervalo	5,4772	Desviación superior (+33%)							28,85		
Incremento	0,57	Valor medio(s)							22		
		Desviación inferior (-33%)							15		
Intervalo modal	22,23	Valor máximo							22,80		
Tiempo normal	21,119	Valor mínimo							19,95		

Fuente: Nantu Tamia

c. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Corte de tela para cuerpo”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza el mismo cálculo para las demás observaciones.

$$Tiempo\ normal = \frac{20 \times 95}{100} = 19$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$Valor\ promedio = \frac{\sum TN}{N^{\circ}\ de\ observaciones} = \frac{625,1}{(30)} = 20,83$$

$$Desviación\ superior = 20,83 * (1,33) = 27,70$$

$$Desviación\ inferior = 20,83 * (1 - 0,33) = 14$$

Por lo tanto todo valor mayor a 27,713 y menor a 14 debe eliminarse. En el caso de estudio todos los valores están dentro del rango especificado.

El siguiente paso es encontrar el número de intervalos.

$$N^{\circ}\ de\ intervalos = \sqrt{30} = 5,4772$$

Luego se divide el listado en 5 partes, también se busca el tiempo mayor y menor del listado y estos son valor máximo igual a 22,80 y valor mínimo igual a 19,95. Por último nos ayudamos de la siguiente fórmula para buscar el incremento.

$$Incremento = \frac{22,80 - 19,00}{5} = 0,76$$

Tomando 19,00 nuestro tiempo mínimo incrementamos 0,76 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es 22,80 a esto también damos una ponderación de las actividades que ira de 60 a 100.

Obtenidos el tiempo que más se repite se procede a sacar el promedio de estos dos tiempos.

$$\bar{x} = \frac{19,00 + 19,76 + 19,76 + 20,52 + 22,04 + 22,80}{6} = 20,65$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Obsv} \times \text{Actividad Obsv}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{20,65 \times 95}{100} = 19,614 \text{ (seg)}$$

Los resultados muestran que el tiempo normal para realizar la operación corte de tela para cuerpo es de 19,614 segundos. A continuación se presenta la tabla 3.22 que resume los pasos realizados.

Tabla 3.22 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en la operación corte de tela.

TIEMPO NORMAL											
OPERACIÓN:		CORTE DE TELA PARA CUERPO									
ELABORADO POR:		ROLANDO JIMBO S.					FECHA: LUNES 09-MAYO-2106				
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)											
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN
1	95	20	19,00	21	19,95	23	21,85	20	19,00	24	22,80
2	95	21	19,95	23	21,85	23	21,85	24	22,80	22	20,90
3	95	22	20,90	24	22,80	21	19,95	24	22,80	22	20,90
4	95	21	19,95	20	19,00	24	22,80	20	19,00	23	21,85
5	95	20	19,00	23	21,85	24	22,80	20	19,00	20	19,00
6	95	21	19,95	24	22,80	22	20,90	21	19,95	21	19,95
Act= Actividad		TO=Tiempo observado				TN=Tiempo normal					
OPERACIÓN		ACTIVIDAD									
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
19,00									7		
19,76											
19,76									7		
20,52											
20,52									4		
21,28											
21,28									5		
22,04											
22,04									7		
22,80											
N° de intervalo	5,4772	Desviación superior (+33%)				27,713					
Incremento	0,76	Valor medio(s)				21					
		Desviación inferior (-33%)				14					
Intervalo modal	20,65	Valor máximo				22,80					
Tiempo normal	19,614	Valor mínimo				19,00					

Fuente: Nantu Tamia

d. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Doblado de tela para cuerpo”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza el mismo cálculo para las demás observaciones.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{22 \times 90}{100} = 19,8$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$\text{Valor promedio} = \frac{\sum TN}{N^\circ \text{ de observaciones}} = \frac{1035}{(50)} = 20,7$$

$$\text{Desviación superior} = 20,7 * (1,33) = 27,531$$

$$\text{Desviación inferior} = 20,7 * (1 - 0,33) = 14$$

Por lo tanto todo valor mayor a 27,531 debe eliminarse así también todo valor menor a 14 debe eliminarse. En el caso de estudio todos los valores están dentro del rango especificado.

El siguiente paso es encontrar el número de intervalos.

$$N^\circ \text{ de intervalos} = \sqrt{50} = 7,0711$$

Luego se divide el listado en 7 partes, también se busca el tiempo mayor y menor del listado y estos son valor máximo igual a 23,40 y valor mínimo igual a 18,00.

Por último nos ayudamos de la siguiente fórmula para buscar el incremento.

$$\text{Incremento} = \frac{\text{Tiempo mayor} - \text{Tiempo menor}}{\text{Intervalos}} = \frac{23,40 - 18,00}{7} = 0,7714$$

Tomando 18,00 nuestro tiempo mínimo incrementamos 0,7714 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es 23,40 a esto también damos una ponderación de las actividades que ira de 60 a 100.

Obtenidos el tiempo que más se repite se procede a sacar el promedio de estos dos tiempos

$$\bar{x} = \frac{20,31 + 21,09}{2} = 20,27$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Obs} \times \text{Actividad Obs}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{20,27 \times 90}{100} = 18,63 \text{ (seg)}$$

Los resultados muestran que el tiempo normal para realizar la operación doblado de tela para cuerpo es de 18,63 segundos. A continuación se presenta una tabla que resume los pasos realizados.

Tabla 3.23 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en la operación medir tela para cuerpo

TIEMPO NORMAL												
OPERACIÓN:		DOBLADO DE TELA PARA CUERPO										
ELABORADO POR:			ROLANDO JIMBO S.					FECHA: LUNES 09-MAYO-2106				
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)												
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	
1	90	22	19,8	24	21,6	25	22,5	25	22,5	20	18	
2	90	22	19,8	21	18,9	25	22,5	26	23,4	23	20,7	
3	90	26	23,4	20	18	26	23,4	21	18,9	25	22,5	
4	90	20	18	24	21,6	20	18	21	18,9	24	21,6	
5	90	21	18,9	21	18,9	26	23,4	24	21,6	23	20,7	
6	90	26	23,4	23	20,7	24	21,6	23	20,7	21	18,9	
7	90	25	22,5	23	20,7	22	19,8	24	21,6	23	20,7	
8	90	23	20,7	22	19,8	25	22,5	23	20,7	21	18,9	
9	90	26	23,4	24	21,6	23	20,7	23	20,7	21	18,9	
10	90	21	18,9	23	20,7	21	18,9	22	19,8	23	20,7	
Act= Actividad		TO=Tiempo observado					TN=Tiempo normal					
OPERACIÓN		ACTIVIDAD										
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
18,00								4				
18,77								10				
19,54								5				
20,31								12				
21,09								7				
21,86								6				
22,63								6				
23,40								6				
N° de intervalo	7,0711	Desviación superior (+33%)									27,531	
Incremento	0,7714	Valor medio(s)									20,70	
		Desviación inferior (-33%)									14	
Intervalo modal	20,70	Valor máximo									23,40	
Tiempo normal	18,63	Valor mínimo									18,00	

Fuente: Nantu Tamia

3.8.2.3. Cálculo del tiempo normal en la actividad costura de fillos

a. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Costura de fillos de bajera”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza el mismo cálculo para las demás observaciones.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{95 \times 95}{100} = 90,3$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$\text{Valor promedio} = \frac{\Sigma TN}{\text{N}^\circ \text{ de observaciones}} = \frac{2722,7}{(30)} = 90,75$$

$$\text{Desviación superior} = 90,75 * (1,33) = 120,706$$

$$\text{Desviación inferior} = 90,75 * (1 - 0,33) = 61$$

Por lo tanto todo valor mayor a 120,71 debe eliminarse así también todo valor menor a 61 debe eliminarse. En el caso de estudio todos los valores están dentro del rango especificado.

El siguiente paso es encontrar el número de intervalos.

$$\text{N}^\circ \text{ de intervalos} = \sqrt{30} = 5,4772$$

Luego se divide el listado en 5 partes, también se busca el tiempo mayor y menor del listado y estos son valor máximo igual a 96,90y valor mínimo igual a 84,55.

Por último nos ayudamos de la siguiente fórmula para buscar el incremento.

$$\text{Incremento} = \frac{\text{Tiempo mayor} - \text{Tiempo menor}}{\text{Intervalos}} = \frac{96,90 - 84,55}{5} = 2,47$$

Tomando 84,55 nuestro tiempo mínimo incrementamos 2,47 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es 96,90.

Obtenidos el tiempo que más se repite se procede a sacar el promedio de estos dos tiempos.

$$\bar{x} = \frac{91,96 + 94,43}{2} = 93,20$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Obs} \times \text{Actividad Obs}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{93,20 \times 95}{100} = 88,535 \text{ (seg)}$$

Los resultados muestran que el tiempo normal para realizar la operación costura de fillos de bajera es de 88,535 segundos. A continuación se presenta la tabla 3.24 que resume los pasos realizados.

Tabla 3.24 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en la operación medir tela para cuerpo

TIEMPO NORMAL											
OPERACIÓN:		COSTURA DE FILOS DE BAJERA									
ELABORADO POR:		ROLANDO JIMBO S.				FECHA: LUNES 09-MAYO-2106					
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)											
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN
1	95	95	90,25	97	92,15	100	95	98	93,1	96	91,2
2	95	95	90,25	100	95	89	84,55	95	90,25	93	88,35
3	95	98	93,1	89	84,55	94	89,3	99	94,05	102	96,9
4	95	95	90,25	102	96,9	99	94,05	89	84,55	93	88,35
5	95	92	87,4	98	93,1	89	84,55	98	93,1	91	86,45
6	95	90	85,5	89	84,55	97	92,15	102	96,9	102	96,9
Act= Actividad		TO=Tiempo observado				TN=Tiempo normal					
OPERACIÓN		ACTIVIDAD									
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
84,55									7		
87,02									4		
89,49									5		
91,96									8		
94,43									6		
96,90											
N° de intervalo	5,4772	Desviación superior (+33%)						120,71			
Incremento	2,47	Valor medio(s)						91			
		Desviación inferior (-33%)						61			
Intervalo modal	93,20	Valor máximo						96,90			
Tiempo normal	88,535	Valor mínimo						84,55			

Fuente: Nantu Tamia

b. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Costura de fillos de cuerpo”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza el mismo cálculo para las demás observaciones.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{38 \times 95}{100} = 36,1$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$\text{Valor promedio} = \frac{\sum TN}{N^{\circ} \text{ de observaciones}} = \frac{1102}{(30)} = 36,73$$

$$\text{Desviación superior} = 36,73 * (1,33) = 48,85$$

$$\text{Desviación inferior} = 36,73 * (1 - 0,33) = 25$$

Por lo tanto todo valor mayor a 48,855 y menor a 25 debe eliminarse. En el caso de estudio todos los valores están dentro del rango especificado.

El siguiente paso es encontrar el número de intervalos.

$$N^{\circ} \text{ de intervalos} = \sqrt{30} = 5,4772$$

Luego se divide el listado en 5 partes, también se busca el tiempo mayor y menor del listado y estos son valor máximo igual a 39,90 y valor mínimo igual a 33,25. Por último nos ayudamos de la siguiente fórmula para buscar el incremento.

$$\text{Incremento} = \frac{39,90 - 33,25}{5} = 1,33$$

Tomando 33,25 nuestro tiempo mínimo incrementamos 1,33 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es 39,90 a esto también damos una ponderación de las actividades que ira de 60 a 100.

Obtenidos el tiempo que más se repite se procede a sacar el promedio de estos dos tiempos.

$$\bar{x} = \frac{35,91 + 37,24}{2} = 36,58$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Obs} \times \text{Actividad Obs}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{36,58 \times 95}{100} = 34,746 \text{ (seg)}$$

Los resultados muestran que el tiempo normal para realizar la operación costura de fillos de cuerpo es de 34,746 segundos. A continuación se presenta una tabla que resume los pasos realizados.

Tabla 3.25 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en el elemento costura de fillos de cuerpo

TIEMPO NORMAL												
OPERACIÓN:		COSTURA DE FILLOS DE CUERPO										
ELABORADO POR:			ROLANDO JIMBO S.					FECHA: LUNES 16-MAYO-2106				
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)												
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	
1	95	38	36,1	39	37,05	39	37,05	35	33,25	40	38	
2	95	40	38	42	39,9	39	37,05	37	35,15	37	35,15	
3	95	39	37,05	40	38	38	36,1	38	36,1	41	38,95	
4	95	40	38	36	34,2	36	34,2	40	38	40	38	
5	95	35	33,25	39	37,05	40	38	38	36,1	41	38,95	
6	95	38	36,1	37	35,15	39	37,05	40	38	39	37,05	
Act= Actividad		TO=Tiempo observado					TN=Tiempo normal					
OPERACIÓN		ACTIVIDAD										
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
33,25									4			
34,58									3			
34,58									12			
35,91									8			
37,24									3			
37,24												
38,57												
38,57												
39,90												
N° de intervalo	5,4772	Desviación superior (+33%)								48,855		
Incremento	1,33	Valor medio(s)								37		
		Desviación inferior (-33%)								25		
Intervalo modal	36,58	Valor máximo								39,90		
Tiempo normal	34,746	Valor mínimo								33,25		

Fuente: Nantu Tamia

3.8.2.4. Cálculo del tiempo normal en la actividad formado de cuerpo

a. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Costura de encaje Chavelita”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza el mismo cálculo para las demás observaciones.

$$Tiempo\ normal = \frac{41 \times 90}{100} = 42,3$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$Valor\ promedio = \frac{\sum TN}{N^\circ\ de\ observaciones} = \frac{3225,6}{(80)} = 40,32$$

$$Desviación\ superior = 40,32 * (1,33) = 53,626$$

$$Desviación\ inferior = 40,32 * (1 - 0,33) = 27$$

Por lo tanto todo valor mayor a 53,626 y menor a 27 debe eliminarse. En el caso de estudio todos los valores están dentro del rango especificado.

El siguiente paso es encontrar el número de intervalos.

$$N^\circ\ de\ intervalos = \sqrt{80} = 8,9443$$

Luego se divide el listado en 9 partes, también se busca el tiempo mayor y menor del listado y estos son valor máximo igual a 45,90 y valor mínimo igual a 34,20. Por último nos ayudamos de la siguiente fórmula para buscar el incremento.

$$Incremento = \frac{Tiempo\ mayor - Tiempo\ menor}{Intervalos} = \frac{45,90 - 34,20}{9} = 1,3$$

Al tiempo mínimo 34,20 se incrementa 1,3 hasta llegar al tiempo máximo 39,90 a esto damos una ponderación de las actividades que ira de 60 a 100.

Obtenidos el tiempo modal se procede a sacar el promedio de estos.

$$\bar{x} = \frac{44,60 + 45,90}{2} = 45,25$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Obs} \times \text{Actividad Obs}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{45,25 \times 90}{100} = 40,725 \text{ (seg)}$$

Los resultados muestran que el tiempo normal para realizar la operación costura de encaje Chavelita es de 40,725 segundos. A continuación se presenta la tabla 3.26 que resume los pasos realizados.

Tabla 3.26 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en el elemento costura de encaje

TIEMPO NORMAL													
OPERACIÓN:		COSTURA DE ENCAJE CHAVELITA											
ELABORADO POR:		ROLANDO JIMBO S.					FECHA: LUNES 16-MAYO-2106						
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)													
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN
1	90	47	42,3	50	45	42	37,8	45	40,5	51	45,9		
2	90	39	35,1	44	39,6	39	35,1	38	34,2	46	41,4		
3	90	40	36	44	39,6	44	39,6	38	34,2	46	41,4		
4	90	46	41,4	38	34,2	46	41,4	50	45	44	39,6		
5	90	38	34,2	48	43,2	38	34,2	43	38,7	47	42,3		
6	90	48	43,2	50	45	50	45	44	39,6	41	36,9		
7	90	51	45,9	39	35,1	45	40,5	40	36	44	39,6		
8	90	49	44,1	43	38,7	46	41,4	43	38,7	51	45,9		
9	90	50	45	45	40,5	49	44,1	40	36	48	43,2		
10	90	45	40,5	42	37,8	45	40,5	40	36	45	40,5		
11	90	43	38,7	40	36	45	40,5	40	36	51	45,9		
12	90	50	45	49	44,1	47	42,3	47	42,3	50	45		
13	90	40	36	49	44,1	51	45,9	42	37,8	48	43,2		
14	90	38	34,2	47	42,3	49	44,1	46	41,4	48	43,2		
15	90	50	45	39	35,1	50	45	38	34,2	40	36		
16	90	41	36,9	40	36	47	42,3	51	45,9	44	39,6		
Act= Actividad		TO=Tiempo observado				TN=Tiempo normal							
OPERACIÓN		ACTIVIDAD											
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100			
34,20								11					
35,50													
35,50								9					
36,80													
36,80								5					
38,10													
38,10								4					
39,40													
39,40								14					
40,70													
40,70								6					
42,00													
42,00								11					
43,30													
43,30								5					
44,60													
44,60								15					
45,90													
N° de intervalo	8,9443						Desviación superior (+33%)					53,626	
Incremento	1,3						Valor medio(s)					40,32	
							Desviación inferior (-33%)					27	
Intervalo modal	45,25						Valor máximo					45,90	
Tiempo normal	40,725						Valor mínimo					34,20	

Fuente: Nantu Tamia

b. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Costura de cinta”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza el mismo cálculo para las demás observaciones.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{71 \times 95}{100} = 67,45$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$\text{Valor promedio} = \frac{\Sigma TN}{N^{\circ} \text{ de observaciones}} = \frac{2042,5}{(30)} = 68,08$$

$$\text{Desviación superior} = 68,08 * (1,33) = 90,551$$

$$\text{Desviación inferior} = 68,08 * (1 - 0,33) = 46$$

Por lo tanto todo valor mayor a 90,551 y menor a 46 debe eliminarse. En el caso de estudio todos los valores están dentro del rango especificado.

En el siguiente paso procedemos a encontrar el valor que más se repite, llamado también valor modal, para ello vamos a dividir el listado de tiempos en intervalos y nos ayudamos de la siguiente fórmula.

$$N^{\circ} \text{ de intervalos} = \sqrt{30} = 5,4772$$

Luego se divide el listado en 5 partes, también se busca el tiempo mayor y menor del listado y estos son valor máximo igual a 74,10y valor mínimo igual a 63,65. Por último nos ayudamos de la siguiente fórmula para buscar el incremento.

$$\text{Incremento} = \frac{\text{Tiempo mayor} - \text{Tiempo menor}}{\text{Intervalos}}$$

$$\text{Incremento} = \frac{74,10 - 63,65}{5} = 2,09$$

Tomando 63,65 nuestro tiempo mínimo incrementamos 2,09 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es 74,10 a continuación se registra la frecuencia de los tiempos.

Obtenidos el tiempo que más se repite se procede a sacar el promedio de estos dos tiempos

$$\bar{x} = \frac{63,65 + 65,74}{2} = 64,70$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Obs} \times \text{Actividad Obs}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{64,70 \times 95}{100} = 61,46 \text{ (seg)}$$

Los resultados muestran que el tiempo normal para realizar la operación costura de cinta es de 61,46 segundos. A continuación se presenta una tabla que resume los pasos realizados.

Tabla 3.27 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en el elemento costura de cinta

TIEMPO NORMAL											
OPERACIÓN:		COSTURA DE CINTA									
ELABORADO POR:			ROLANDO JIMBO S.				FECHA: LUNES 16-MAYO-2106				
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)											
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN
1	95	71	67,45	69	65,55	68	64,6	68	64,6	78	74,1
2	95	76	72,2	73	69,35	67	63,65	76	72,2	69	65,55
3	95	67	63,65	77	73,15	69	65,55	72	68,4	70	66,5
4	95	67	63,65	72	68,4	72	68,4	76	72,2	67	63,65
5	95	77	73,15	73	69,35	68	64,6	74	70,3	71	67,45
6	95	70	66,5	71	67,45	78	74,1	75	71,25	69	65,55
Act= Actividad		TO=Tiempo observado				TN=Tiempo normal					
OPERACIÓN		ACTIVIDAD									
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
63,65									11		
65,74											
65,74									5		
67,83											
67,83									5		
69,92											
69,92									2		
72,01											
72,01									7		
74,10											
N° de intervalo	5,4772	Desviación superior (+33%)							90,551		
Incremento	2,09	Valor medio(s)							68		
		Desviación inferior (-33%)							46		
Intervalo modal	64,70	Valor máximo							74,10		
Tiempo normal	61,46	Valor mínimo							63,65		

Fuente: Nantu Tamia

3.8.2.5. Cálculo del tiempo normal en la actividad formado de cuerpo

a. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Costura de encaje campanita”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza el mismo cálculo para las demás observaciones.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{61 \times 95}{100} = 58$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$\text{Valor promedio} = \frac{\sum TN}{N^{\circ} \text{ de observaciones}} = \frac{1625,5}{(30)} = 54,18$$

$$\text{Desviación superior} = 54,18 * (1,33) = 72,062$$

$$\text{Desviación inferior} = 54,18 * (1 - 0,33) = 36$$

Por lo tanto todo valor mayor a 72,062 y menor a 36 debe eliminarse. En el caso de estudio todos los valores están dentro del rango especificado.

El siguiente paso es encontrar el número de intervalos.

$$N^{\circ} \text{ de intervalos} = \sqrt{30} = 5,4772$$

Luego se divide el listado en 5 partes, también se busca el tiempo mayor y menor del listado y estos son valor máximo igual a 57,95 y valor mínimo igual a 51,30.

Por último nos ayudamos de la siguiente fórmula para buscar el incremento.

$$\text{Incremento} = \frac{\text{Tiempo mayor} - \text{Tiempo menor}}{\text{Intervalos}} = \frac{57,95 - 51,30}{5} = 1,33$$

Tomando 51,30 nuestro tiempo mínimo incrementamos 1,33 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es 57,95 a continuación se registra la frecuencia de los tiempos.

Obtenidos el tiempo que más se repite se procede a sacar el promedio.

$$\bar{x} = \frac{51,30 + 52,63}{2} = 51,97$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Obs} \times \text{Actividad Obs}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{51,97 \times 95}{100} = 49,367 \text{ (seg)}$$

Los resultados muestran que el tiempo normal para realizar la operación costura de encaje campanita es de 49,367 segundos. A continuación se presenta la tabla 3.28 que resume los pasos realizados.

Tabla 3.28 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en el elemento costura de encaje campanita

TIEMPO NORMAL													
OPERACIÓN:		COSTURA DE ENCAJE CAMPANITA											
ELABORADO POR:		ROLANDO JIMBO S.					FECHA: LUNES 16-MAYO-2106						
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)													
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN
1	95	61	57,95	55	52,25	59	56,05	61	57,95	57	54,15		
2	95	55	52,25	54	51,3	54	51,3	58	55,1	54	51,3		
3	95	56	53,2	60	57	56	53,2	55	52,25	55	52,25		
4	95	55	52,25	59	56,05	61	57,95	55	52,25	54	51,3		
5	95	60	57	59	56,05	59	56,05	56	53,2	56	53,2		
6	95	58	55,1	54	51,3	58	55,1	60	57	57	54,15		
Act= Actividad		TO=Tiempo observado					TN=Tiempo normal						
OPERACIÓN		ACTIVIDAD											
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100			
51,30									11				
52,63													
52,63													
53,96													
53,96													
55,29													
55,29													
56,62													
56,62													
57,95													
N° de intervalo	5,4772						Desviación superior (+33%)					72,062	
Incremento	1,33						Valor medio(s)					54	
							Desviación inferior (-33%)					36	
Intervalo modal	51,97						Valor máximo					57,95	
Tiempo normal	49,367						Valor mínimo					51,30	

Fuente: Nantu Tamia

3.8.2.6. Cálculo del tiempo normal en la actividad costura de extremos

a. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Costura de extremos de cuerpo”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza el mismo cálculo para las demás observaciones.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{32 \times 95}{100} = 30,4$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$\text{Valor promedio} = \frac{\Sigma TN}{\text{N}^\circ \text{ de observaciones}} = \frac{3231}{(106)} = 30,48$$

$$\text{Desviación superior} = 30,48 * (1,33) = 40,539$$

$$\text{Desviación inferior} = 30,48 * (1 - 0,33) = 20$$

Por lo tanto todo valor mayor a 40,539 y menor a 20 debe eliminarse. En el caso de estudio los valores que están fuera del rango especificado y deben eliminarse son: 43,7; 43,7; 41,8; 42,75.

El siguiente paso es encontrar el número de intervalos.

$$\text{N}^\circ \text{ de intervalos} = \sqrt{110 - 4} = 10,296$$

El siguiente paso es encontrar el incremento.

$$\text{Incremento} = \frac{\text{Tiempo mayor} - \text{Tiempo menor}}{\text{Intervalos}} = \frac{38,00 + 25,65}{10} = 1,235$$

Tomando 25,65 nuestro tiempo mínimo incrementamos 1,235 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es 38,00 a continuación se registra la frecuencia de los tiempos.

Obtenidos el tiempo que más se repite se procede a sacar el promedio de estos dos tiempos.

$$\bar{x} = \frac{25,65 + 26,89}{2} = 26,27$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Obs} \times \text{Actividad Obs}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{26,27 \times 95}{100} = 24,954 \text{ (seg)}$$

El tiempo normal para la operación costura de extremos de cuerpo es de 24,954 segundos. A continuación se presenta una tabla que resume los pasos realizados.

Tabla 3.29 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en el elemento costura de extremos de cuerpo

TIEMPO NORMAL											
OPERACIÓN:		COSTURA DE EXTREMOS DE CUERPO									
ELABORADO POR:		ROLANDO JIMBO S.					FECHA: LUNES 23-MAYO-2106				
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)											
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN
1	95	32	30,4	33	31,35	36	34,2	28	26,6	28	26,6
2	95	37	35,15	33	31,35	36	34,2	30	28,5	32	30,4
3	95	38	36,1	30	28,5	28	26,6	33	31,35	30	28,5
4	95	36	34,2	33	31,35	34	32,3	46	43,7	35	33,25
5	95	33	31,35	36	34,2	28	26,6	27	25,65	37	35,15
6	95	30	28,5	30	28,5	33	31,35	27	25,65	46	43,7
7	95	36	34,2	31	29,45	38	36,1	27	25,65	37	35,15
8	95	36	34,2	35	33,25	35	33,25	30	28,5	27	25,65
9	95	33	31,35	33	31,35	36	34,2	37	35,15	33	31,35
10	95	36	34,2	32	30,4	31	29,45	27	25,65	27	25,65
11	95	29	27,55	34	32,3	34	32,3	36	34,2	31	29,45
12	95	27	25,65	30	28,5	28	26,6	29	27,55	34	32,3
13	95	34	32,3	31	29,45	31	29,45	29	27,55	27	25,65
14	95	35	33,25	36	34,2	30	28,5	37	35,15	37	35,15
15	95	38	36,1	34	32,3	38	36,1	33	31,35	31	29,45
16	95	40	38	38	36,1	45	42,75	31	29,45	28	26,6
17	95	33	31,35	44	41,8	33	31,35	35	33,25	35	33,25
18	95	27	25,65	30	28,5	33	31,35	30	28,5	28	26,6
19	95	28	26,6	34	32,3	30	28,5	29	27,55	27	25,65
20	95	28	26,6	36	34,2	34	32,3	29	27,55	28	26,6
21	95	31	29,45	33	31,35	27	25,65	30	28,5	30	28,5
22	95	32	30,4	31	29,45	32	30,4	30	28,5	28	26,6
Act= Actividad		TO=Tiempo observado					TN=Tiempo normal				
OPERACIÓN		ACTIVIDAD									
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
25,65									22		
26,89									5		
26,89									14		
28,12									14		
28,12									14		
29,36									14		
29,36									14		
30,59									8		
30,59									17		
31,83									6		
31,83									5		
33,06									1		
33,06											
34,30											
34,30											
35,53											
35,53											
36,77											
36,77											
38,00											
N° de intervalo	10,296	Desviación superior (+33%)					40,539				
Incremento	1,235	Valor medio(s)					30,48				
Intervalo modal	26,27	Desviación inferior (-33%)					20				
Tiempo normal	24,954	Valor máximo					38,00				
		Valor mínimo					25,65				

Fuente: Nantu Tamia

b. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Costura de extremos de bajera”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza el mismo cálculo para las demás observaciones.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{24 \times 95}{100} = 22,8$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$\text{Valor promedio} = \frac{\Sigma TN}{N^{\circ} \text{ de observaciones}} = \frac{1236}{(50)} = 24,72$$

$$\text{Desviación superior} = 24,72 * (1,33) = 32,876$$

$$\text{Desviación inferior} = 24,72 * (1 - 0,33) = 17$$

Por lo tanto todo valor mayor a 32,876 debe eliminarse así también todo valor menor a 17 debe eliminarse. En el caso de estudio todos los valores están dentro del rango especificado.

El siguiente paso es encontrar el número de intervalos.

$$N^{\circ} \text{ de intervalos} = \sqrt{\text{Tamaño de la muestra}} = \sqrt{50} = 7,0711$$

El siguiente paso es encontrar el incremento.

$$\text{Incremento} = \frac{\text{Tiempo mayor} - \text{Tiempo menor}}{\text{Intervalos}} = \frac{27,55 - 22,80}{7} = 0,6786$$

Tomando 22,80 nuestro tiempo mínimo incrementamos 0,6786 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es 27,55 a continuación se registra la frecuencia de los tiempos.

Obtenidos el tiempo que más se repite se procede a sacar el promedio de estos dos tiempos.

$$\bar{x} = \frac{24,16 + 24,84}{2} = 24,50$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Obs} \times \text{Actividad Obs}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{24,50 \times 95}{100} = 23,272 \text{ (seg)}$$

Los resultados muestran que el tiempo normal para realizar la operación costura de extremos de bajera es de 23,272 segundos. A continuación se presenta la tabla 3.30 que resume los pasos realizados.

Tabla 3.30 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en el elemento costura de extremos de bajera

TIEMPO NORMAL											
OPERACIÓN:		COSTURA DE EXTREMOS DE BAJERA									
ELABORADO POR:		ROLANDO JIMBO S.					FECHA: LUNES 23-MAYO-2106				
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)											
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN
1	95	24	22,8	27	25,65	26	24,7	26	24,7	26	24,7
2	95	24	22,8	28	26,6	25	23,75	25	23,75	24	22,8
3	95	29	27,55	27	25,65	24	22,8	25	23,75	24	22,8
4	95	29	27,55	25	23,75	25	23,75	27	25,65	24	22,8
5	95	25	23,75	24	22,8	24	22,8	28	26,6	28	26,6
6	95	25	23,75	28	26,6	28	26,6	28	26,6	24	22,8
7	95	26	24,7	26	24,7	24	22,8	26	24,7	25	23,75
8	95	28	26,6	26	24,7	26	24,7	26	24,7	28	26,6
9	95	29	27,55	27	25,65	27	25,65	26	24,7	27	25,65
10	95	24	22,8	26	24,7	27	25,65	26	24,7	25	23,75
Act= Actividad		TO=Tiempo observado				TN=Tiempo normal					
OPERACIÓN		ACTIVIDAD									
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
22,80									11		
23,48									9		
23,48											
24,16									12		
24,16											
24,84											
24,84											
25,51											
25,51									7		
26,19											
26,19									8		
26,87											
26,87									3		
27,55											
N° de intervalo	7,0711	Desviación superior (+33%)								32,876	
Incremento	0,6786	Valor medio(s)								24,72	
		Desviación inferior (-33%)								17	
Intervalo modal	24,50	Valor máximo								27,55	
Tiempo normal	23,272	Valor mínimo								22,80	

Fuente: Nantu Tamia

3.8.2.7. Cálculo del tiempo normal en la actividad encarrujado

a. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Encarrujado de bajera”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza el mismo cálculo para las demás observaciones.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{33 \times 95}{100} = 31,4$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$\text{Valor promedio} = \frac{\sum TN}{N^{\circ} \text{ de observaciones}} = \frac{3457,1}{100} = 34,57$$

$$\text{Desviación superior} = 34,57 * (1,33) = 45,979$$

$$\text{Desviación inferior} = 34,57 * (1 - 0,33) = 23$$

Por lo tanto todo valor mayor a 45,979 y menor a 23 debe eliminarse. En el caso de estudio todos los valores están dentro del rango especificado.

El siguiente paso es encontrar el número de intervalos.

$$N^{\circ} \text{ de intervalos} = \sqrt{100} = 10$$

El siguiente paso es encontrar el incremento.

$$\text{Incremento} = \frac{\text{Tiempo mayor} - \text{Tiempo menor}}{\text{Intervalos}} = \frac{44,65 - 30,40}{10} = 1,425$$

Tomando 30,40 nuestro tiempo mínimo incrementamos 1,425 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es 44,65 a continuación se registra la frecuencia de los tiempos.

Obtenidos el tiempo que más se repite se procede a sacar el promedio de estos dos tiempos.

$$\bar{x} = \frac{33,25 + 34,68}{2} = 33,96$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal utilizando la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Obs} \times \text{Actividad Obs}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{33,96 \times 95}{100} = 32,264 \text{ (seg)}$$

Los resultados muestran que el tiempo normal para realizar la operación encarrujado de bajera es de 32,264 segundos. A continuación se presenta la tabla 3.31 que resume los pasos realizados.

Tabla 3.31 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en el elemento encarrujado de bajera

TIEMPO NORMAL											
OPERACIÓN:		ENCARRUJADO DE BAJERA									
ELABORADO POR:		ROLANDO JIMBO S.					FECHA: LUNES 23-MAYO-2106				
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)											
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN
1	95	33	31,35	40	38	36	34,2	36	34,2	38	36,1
2	95	36	34,2	35	33,25	41	38,95	33	31,35	32	30,4
3	95	38	36,1	40	38	40	38	38	36,1	40	38
4	95	39	37,05	38	36,1	34	32,3	36	34,2	35	33,25
5	95	35	33,25	36	34,2	41	38,95	33	31,35	34	32,3
6	95	35	33,25	37	35,15	34	32,3	47	44,65	38	36,1
7	95	34	32,3	33	31,35	37	35,15	41	38,95	38	36,1
8	95	39	37,05	41	38,95	32	30,4	38	36,1	39	37,05
9	95	34	32,3	35	33,25	32	30,4	34	32,3	37	35,15
10	95	34	32,3	36	34,2	33	31,35	34	32,3	34	32,3
11	95	36	34,2	32	30,4	40	38	38	36,1	39	37,05
12	95	40	38	33	31,35	39	37,05	32	30,4	32	30,4
13	95	32	30,4	39	37,05	39	37,05	34	32,3	32	30,4
14	95	32	30,4	35	33,25	41	38,95	41	38,95	33	31,35
15	95	36	34,2	34	32,3	40	38	36	34,2	34	32,3
16	95	40	38	38	36,1	36	34,2	41	38,95	33	31,35
17	95	37	35,15	33	31,35	36	34,2	37	35,15	36	34,2
18	95	36	34,2	37	35,15	37	35,15	38	36,1	40	38
19	95	38	36,1	39	37,05	34	32,3	41	38,95	32	30,4
20	95	39	37,05	35	33,25	36	34,2	34	32,3	34	32,3
Act= Actividad		TO=Tiempo observado				TN=Tiempo normal					
OPERACIÓN		ACTIVIDAD									
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
30,40									19		
31,83									15		
31,83									21		
33,25									7		
33,25									20		
34,68									9		
34,68									8		
36,10											
36,10											
37,53											
37,53											
38,95											
38,95											
40,38											
40,38											
41,80											
41,80											
43,23											
43,23									1		
44,65											
N° de intervalo	10	Desviación superior (+33%)								45,979	
Incremento	1,425	Valor medio(s)								34,57	
		Desviación inferior (-33%)								23	
Intervalo modal	33,96	Valor máximo								44,65	
Tiempo normal	32,264	Valor mínimo								30,40	

Fuente: Nantu Tamia

b. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Inspección de encarrujado de bajera”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza el mismo cálculo para las demás observaciones.

$$Tiempo\ normal = \frac{10 \times 95}{100} = 9,5$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$Valor\ promedio = \frac{\sum TN}{N^\circ\ de\ observaciones} = \frac{658,4}{70} = 9,41$$

$$Desviación\ superior = 9,41 * (1,33) = 12,509$$

$$Desviación\ inferior = 9,41 * (1 - 0,33) = 6$$

Por lo tanto todo valor mayor a 12,509 y menor a 6 debe eliminarse. En el caso de estudio todos los valores están dentro del rango especificado.

El siguiente paso es encontrar el número de intervalos.

$$N^\circ\ de\ intervalos = \sqrt{70} = 8,3666$$

Luego se divide el listado en 8 partes, para ello, se busca el tiempo mayor y menor del listado y estos son valor máximo igual a 10,45 y valor mínimo igual a 8,55. Por último nos ayudamos de la siguiente fórmula para buscar el incremento.

$$Incremento = \frac{10,45 - 8,55}{8} = 0,2375$$

Tomando 8,55 nuestro tiempo mínimo incrementamos 0,2375 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es 10,45 a continuación se registra la frecuencia de los tiempos.

Obtenidos el tiempo que más se repite se procede a sacar el promedio de estos dos tiempos

$$\bar{x} = \frac{8,55 + 8,79}{2} = 8,67$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{8,67 \times 95}{100} = 8,2353 \text{ (seg)}$$

Los resultados muestran que el tiempo normal para realizar la operación inspección de encarrujado de bajera es de 8,2353 segundos. A continuación se presenta la tabla 3.32 que resume los pasos realizados.

Tabla 3.32 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en el elemento inspección de encarrujado.

TIEMPO NORMAL											
OPERACIÓN:		INSPECCIÓN DE ENCARRUJADO DE BAJERA									
ELABORADO POR:		ROLANDO JIMBO S.						FECHA: LUNES 23-MAYO-2106			
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)											
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN
1	95	10	9,5	10	9,5	11	10,45	9	8,55	9	8,55
2	95	9	8,55	10	9,5	11	10,45	9	8,55	11	10,45
3	95	9	8,55	9	8,55	11	10,45	10	9,5	10	9,5
4	95	10	9,5	11	10,45	11	10,45	9	8,55	10	9,5
5	95	10	9,5	9	8,55	11	10,45	10	9,5	9	8,55
6	95	10	9,5	9	8,55	11	10,45	10	9,5	11	10,45
7	95	9	8,55	9	8,55	9	8,55	9	8,55	10	9,5
8	95	10	9,5	11	10,45	9	8,55	9	8,55	11	10,45
9	95	9	8,55	9	8,55	10	9,5	9	8,55	10	9,5
10	95	9	8,55	10	9,5	10	9,5	11	10,45	10	9,5
11	95	11	10,45	11	10,45	10	9,5	10	9,5	11	10,45
12	95	11	10,45	9	8,55	11	10,45	9	8,55	10	9,5
13	95	11	10,45	11	10,45	10	9,5	9	8,55	10	9,5
14	95	9	8,55	9	8,55	9	8,55	10	9,5	10	9,5
Act= Actividad		TO=Tiempo observado				TN=Tiempo normal					
OPERACIÓN		ACTIVIDAD									
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
8,55									26		
8,79											
8,79											
9,03											
9,03											
9,26											
9,26											
9,50											
9,50									25		
9,74											
9,74											
9,98											
9,98											
10,21											
10,21									19		
10,45											
N° de intervalo	8,3666	Desviación superior (+33%)							12,509		
Incremento	0,2375	Valor medio(s)							9,41		
		Desviación inferior (-33%)							6		
Intervalo modal	8,67	Valor máximo							10,45		
Tiempo normal	8,2353	Valor mínimo							8,55		

Fuente: Nantu Tamia

c. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Encarrujado de cuerpo”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza el mismo cálculo para las demás observaciones.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{50 \times 95}{100} = 47,5$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$\text{Valor promedio} = \frac{\Sigma TN}{\text{N}^\circ \text{ de observaciones}} = \frac{1429,75}{(30)} = 47,658$$

$$\text{Desviación superior} = 47,658 * (1,33) = 58,374$$

$$\text{Desviación inferior} = 47,658 * (1 - 0,33) = 29$$

Por lo tanto todo valor mayor a 58,374 y menor a 29 debe eliminarse. En el caso de estudio todos los valores están dentro del rango especificado.

El siguiente paso es encontrar el número de intervalos.

$$\text{N}^\circ \text{ de intervalos} = \sqrt{30} = 5,4772$$

Luego se divide el listado en 5 partes, también se busca el tiempo mayor y menor del listado y estos son valor máximo igual a 50,35 y valor mínimo igual a 45,60. Por último nos ayudamos de la siguiente fórmula para buscar el incremento.

$$\text{Incremento} = \frac{50,35 - 45,60}{5} = 0,95$$

Tomando 45,60 nuestro tiempo mínimo incrementamos 0,95 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es 50,35 a continuación se registra la frecuencia de los tiempos.

Obtenidos el tiempo que más se repite se procede a sacar el promedio de estos.

$$\bar{x} = \frac{49,90 + 50,35}{2} = 49,88$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$Tiempo\ normal = \frac{Tiempo\ Observado \times Actividad\ Observada}{Actividad\ Normal}$$

$$Tiempo\ normal = \frac{49,88 \times 95}{100} = 47,381\ (seg)$$

Los resultados muestran que el tiempo normal para realizar la operación encarrujado de cuerpo es de 47,381 segundos. A continuación se presenta la tabla 3.33 que resume los pasos realizados.

Tabla 3.33 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en el elemento encarrujado de cuerpo

TIEMPO NORMAL											
OPERACIÓN:		ENCARRUJADO DE CUERPO									
ELABORADO POR:		ROLANDO JIMBO S.				FECHA: LUNES 23-MAYO-2106					
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)											
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN
1	95	50	47,5	50	47,5	49	46,55	52	49,4	48	45,6
2	95	50	47,5	48	45,6	51	48,45	49	46,55	48	45,6
3	95	50	47,5	53	50,35	52	49,4	52	49,4	52	49,4
4	95	52	49,4	49	46,55	53	50,35	48	45,6	48	45,6
5	95	48	45,6	48	45,6	50	47,5	52	49,4	52	49,4
6	95	49	46,55	52	49,4	52	49,4	50	47,5	48	45,6
Act= Actividad		TO=Tiempo observado				TN=Tiempo normal					
OPERACIÓN		ACTIVIDAD									
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
45,60									8		
46,55									4		
47,50									6		
48,45									1		
49,40									11		
50,35											
N° de intervalo	5,4772	Desviación superior (+33%)				63,386					
Incremento	0,95	Valor medio(s)				47,66					
		Desviación inferior (-33%)				32					
Intervalo modal	49,88	Valor máximo				50,35					
Tiempo normal	47,381	Valor mínimo				45,60					

Fuente: Nantu Tamia

d. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Inspección de encarrujado de cuerpo”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza el mismo cálculo para las demás observaciones.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Observado} \times \text{Actividad Observada}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{13 \times 95}{100} = 12,35$$

A continuación se descarta todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados.

$$\text{Valor promedio} = \frac{\sum TN}{\text{N}^\circ \text{ de observaciones}} = \frac{1216,95}{(110)} = 11,06$$

$$\text{Desviación superior} = 11,06 * (1,33) = 14,714$$

$$\text{Desviación inferior} = 11,06 * (1 - 0,33) = 7$$

Todo valor mayor a 14,714 y menor a 7 debe eliminarse. En el caso de estudio todos los valores están dentro del rango especificado.

Para encontrar el número de intervalos nos ayudamos de la siguiente fórmula.

$$\text{N}^\circ \text{ de intervalos} = \sqrt{\text{Tamaño de la muestra}} = \sqrt{110} = 10$$

Luego se divide el listado en 10 partes, para ello, se busca el tiempo mayor y menor del listado y estos son valor máximo igual a 12,35 y valor mínimo igual a 9,50. Por último nos ayudamos de la siguiente fórmula para buscar el incremento.

$$\text{Incremento} = \frac{\text{Tiempo mayor} - \text{Tiempo menor}}{\text{Intervalos}} = \frac{12,35 - 9,50}{10} = 0,285$$

Tomando 9,50 nuestro tiempo mínimo incrementamos 0,285 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es 12,35 a continuación se registra la frecuencia de los tiempos.

Obtenidos el tiempo modal se procede a sacar el promedio de estos.

$$\bar{x} = \frac{12,07 + 12,35}{2} = 12,21$$

Para obtener el tiempo normal nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Obs} \times \text{Actividad Obs}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{12,21 \times 95}{100} = 11,597 \text{ (seg)}$$

El tiempo normal para la operación inspección de encarrujado de cuerpo es 11,597 segundos. A continuación se presenta la tabla 3.34 que resume los pasos realizados.

Tabla 3.34 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en el elemento inspección del encarrujado de cuerpo.

TIEMPO NORMAL													
OPERACIÓN:		INSPECCIÓN ENCARRUJADO DE CUERPO											
ELABORADO POR:		ROLANDO JIMBO S.					FECHA: LUNES 30-MAYO-2106						
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)													
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN
1	95	13	12,35	12	11,4	12	11,4	11	10,45	10	9,5	10	9,5
2	95	13	12,35	10	9,5	12	11,4	13	12,35	12	11,4	12	11,4
3	95	13	12,35	12	11,4	13	12,35	13	12,35	11	10,45	11	10,45
4	95	13	12,35	10	9,5	13	12,35	13	12,35	11	10,45	11	10,45
5	95	11	10,45	13	12,35	12	11,4	11	10,45	13	12,35	13	12,35
6	95	10	9,5	13	12,35	13	12,35	13	12,35	10	9,5	10	9,5
7	95	11	10,45	12	11,4	11	10,45	12	11,4	10	9,5	10	9,5
8	95	13	12,35	10	9,5	12	11,4	13	12,35	12	11,4	12	11,4
9	95	13	12,35	10	9,5	10	9,5	12	11,4	12	11,4	12	11,4
10	95	13	12,35	13	12,35	12	11,4	10	9,5	12	11,4	12	11,4
11	95	10	9,5	11	10,45	11	10,45	13	12,35	10	9,5	10	9,5
12	95	12	11,4	11	10,45	12	11,4	13	12,35	11	10,45	11	10,45
13	95	13	12,35	13	12,35	11	10,45	12	11,4	11	10,45	11	10,45
14	95	11	10,45	13	12,35	10	9,5	10	9,5	11	10,45	11	10,45
15	95	12	11,4	13	12,35	13	12,35	10	9,5	13	12,35	13	12,35
16	95	13	12,35	11	10,45	10	9,5	11	10,45	10	9,5	10	9,5
17	95	12	11,4	12	11,4	12	11,4	12	11,4	13	12,35	13	12,35
18	95	12	11,4	12	11,4	11	10,45	12	11,4	12	11,4	12	11,4
19	95	11	10,45	11	10,45	10	9,5	13	12,35	10	9,5	10	9,5
20	95	11	10,45	12	11,4	10	9,5	13	12,35	10	9,5	10	9,5
21	95	10	9,5	11	10,45	10	9,5	12	11,4	10	9,5	10	9,5
22	95	12	11,4	11	10,45	13	12,35	11	10,45	13	12,35	13	12,35
Act= Actividad		TO=Tiempo observado					TN=Tiempo normal						
OPERACIÓN		ACTIVIDAD											
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100			
9,50									24				
9,79													
9,79													
10,07													
10,07													
10,36													
10,36										24			
10,64													
10,64													
10,93													
10,93													
11,21													
11,21										29			
11,50													
11,50													
11,78													
11,78													
12,07													
12,07										33			
12,35													
N° de intervalo	10,488	Desviación superior (+33%)								14,714			
Incremento	0,285	Valor medio(s)								11,06			
		Desviación inferior (-33%)								7			
Intervalo modal	12,21	Valor máximo								12,35			
Tiempo normal	11,597	Valor mínimo								9,50			

Fuente: Nantu Tamia

3.8.2.8. Cálculo del tiempo normal en la actividad formar hombrera

a. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Formar hombrera en encaje piojito”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza el mismo cálculo para las demás observaciones.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Observado} \times \text{Actividad Observada}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{58 \times 95}{100} = 55,1$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$\text{Valor promedio} = \frac{2890,85}{(50)} = 57,817$$

$$\text{Desviación superior} = 57,817 * (1,33) = 76,897$$

$$\text{Desviación inferior} = 57,817 * (1 - 0,33) = 39$$

Por lo tanto todo valor mayor a 76,897 y menor a 39 debe eliminarse. En el caso de estudio todos los valores están dentro del rango especificado.

En el siguiente paso procedemos a encontrar el valor que más se repite, llamado también valor modal o intervalo modal, para ello vamos a dividir el listado de tiempos en intervalos y nos ayudamos de la siguiente fórmula.

$$N^{\circ} \text{ de intervalos} = \sqrt{\text{Tamaño de la muestra}} = \sqrt{50} = 7,0711$$

Luego se divide el listado en 7 partes, para ello, se busca el tiempo mayor y menor del listado y estos son valor máximo igual a 63,65 y valor mínimo igual a 53,20. Por último nos ayudamos de la siguiente fórmula para buscar el incremento.

$$\text{Incremento} = \frac{\text{Tiempo mayor} - \text{Tiempo menor}}{\text{Intervalos}} = \frac{63,65 - 53,20}{7} = 1,4929$$

Tomando 53,20 nuestro tiempo mínimo incrementamos 1,4929 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es 63,65 a esto también damos una ponderación de las actividades que ira de 60 a 100.

Obtenidos el tiempo que más se repite se procede a sacar el promedio de estos dos tiempos.

$$\bar{x} = \frac{54,69 + 56,19}{2} = 55,44$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Obs} \times \text{Actividad Obs}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{55,44 \times 95}{100} = 52,667 \text{ (seg)}$$

El tiempo normal para la operación formar hombrera en encaje piojito es de 52,667 segundos. A continuación se presenta la tabla 3.35 que resume los pasos realizados.

Tabla 3.35 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en el elemento formar hombrera.

TIEMPO NORMAL											
OPERACIÓN:		FORMAR HOMBRERA EN ENCAJE PIOJITO									
ELABORADO POR:		ROLANDO JIMBO S.						FECHA: LUNES 01-JUNIO-2106			
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)											
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN
1	95	58	55,1	59	56,05	60	57	59	56,05	59	56,05
2	95	61	57,95	64	60,8	58	55,1	63	59,85	63	59,85
3	95	65	61,75	56	53,2	61	57,95	59	56,05	66	62,7
4	95	56	53,2	62	58,9	59	56,05	58	55,1	63	59,85
5	95	56	53,2	66	62,7	67	63,65	67	63,65	61	57,95
6	95	63	59,85	58	55,1	62	58,9	61	57,95	56	53,2
7	95	61	57,95	58	55,1	56	53,2	56	53,2	57	54,15
8	95	59	56,05	58	55,1	67	63,65	67	63,65	67	63,65
9	95	59	56,05	64	60,8	57	54,15	56	53,2	66	62,7
10	95	67	63,65	62	58,9	58	55,1	57	54,15	65	61,75
Act= Actividad		TO=Tiempo observado				TN=Tiempo normal					
OPERACIÓN		ACTIVIDAD									
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
53,20									10		
54,69											
54,69									14		
56,19											
56,19									1		
57,68											
57,68									8		
59,17											
59,17									4		
60,66											
60,66									4		
62,16											
62,16									9		
63,65											
N° de intervalo	7,0711	Desviación superior (+33%)								76,897	
Incremento	1,4929	Valor medio(s)								57,82	
		Desviación inferior (-33%)								39	
Intervalo modal	55,44	Valor máximo								63,65	
Tiempo normal	52,667	Valor mínimo								53,20	

Fuente: Nantu Tamia

b. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Inspección de hilos”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza el mismo cálculo para las demás observaciones.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Observado} \times \text{Actividad Observada}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{17 \times 95}{100} = 16,15$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$\text{Valor promedio} = \frac{1580,8}{(110)} = 14,37$$

$$\text{Desviación superior} = 14,37 * (1,33) = 19,113$$

$$\text{Desviación inferior} = 14,37 * (1 - 0,33) = 10$$

Por lo tanto todo valor mayor a 19,113 y menor a 10 debe eliminarse. En el caso de estudio todos los valores están dentro del rango especificado.

Para encontrar el número de intervalos nos ayudamos de la siguiente fórmula.

$$\text{Nº de intervalos} = \sqrt{\text{Tamaño de la muestra}} = \sqrt{110} = 10,488$$

A continuación calculamos el incremento con la siguiente fórmula.

$$\text{Incremento} = \frac{\text{Tiempo mayor} - \text{Tiempo menor}}{\text{Intervalos}} = \frac{16,15 - 12,35}{10} = 0,38$$

Tomando 12,35 nuestro tiempo mínimo incrementamos 0,38 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es 16,15 a continuación se registra la frecuencia de los tiempos.

Obtenidos el tiempo que más se repite se procede a sacar el promedio de estos dos tiempos.

$$\bar{x} = \frac{15,77 + 16,15}{2} = 15,96$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Obs} \times \text{Actividad Obs}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{15,96 \times 95}{100} = 15,162 \text{ (seg)}$$

Los resultados muestran que el tiempo normal para realizar la operación inspección de hilos es de 15,162 segundos. A continuación se presenta la tabla 3.36 que resume los pasos realizados.

Tabla 3.36 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en el elemento inspección de hilos.

TIEMPO NORMAL											
OPERACIÓN:		INSPECCIÓN DE HILOS									
ELABORADO POR:		ROLANDO JIMBO S.					FECHA: LUNES 01- JUNIO-2106				
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)											
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN
1	95	17	16,15	16	15,2	15	14,25	15	14,25	17	16,15
2	95	15	14,25	17	16,15	17	16,15	15	14,25	17	16,15
3	95	13	12,35	14	13,3	17	16,15	14	13,3	13	12,35
4	95	17	16,15	15	14,25	14	13,3	15	14,25	14	13,3
5	95	17	16,15	16	15,2	13	12,35	17	16,15	13	12,35
6	95	14	13,3	13	12,35	16	15,2	15	14,25	14	13,3
7	95	16	15,2	17	16,15	15	14,25	17	16,15	15	14,25
8	95	14	13,3	14	13,3	14	13,3	14	13,3	17	16,15
9	95	14	13,3	17	16,15	13	12,35	17	16,15	16	15,2
10	95	15	14,25	14	13,3	17	16,15	17	16,15	14	13,3
11	95	16	15,2	15	14,25	16	15,2	17	16,15	14	13,3
12	95	17	16,15	17	16,15	13	12,35	15	14,25	13	12,35
13	95	14	13,3	15	14,25	17	16,15	14	13,3	15	14,25
14	95	14	13,3	16	15,2	13	12,35	14	13,3	17	16,15
15	95	14	13,3	15	14,25	17	16,15	16	15,2	15	14,25
16	95	13	12,35	15	14,25	15	14,25	13	12,35	13	12,35
17	95	17	16,15	17	16,15	15	14,25	17	16,15	13	12,35
18	95	16	15,2	17	16,15	17	16,15	15	14,25	17	16,15
19	95	17	16,15	14	13,3	14	13,3	17	16,15	16	15,2
20	95	16	15,2	13	12,35	16	15,2	15	14,25	14	13,3
21	95	14	13,3	15	14,25	15	14,25	13	12,35	13	12,35
22	95	15	14,25	15	14,25	14	13,3	14	13,3	13	12,35
Act= Actividad		TO=Tiempo observado				TN=Tiempo normal					
OPERACIÓN		ACTIVIDAD									
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
12,35									17		
12,73											
12,73											
13,11											
13,11									25		
13,49											
13,49											
13,87											
13,87											
14,25											
14,25									25		
14,63											
14,63											
15,01											
15,01									13		
15,39											
15,39											
15,77											
15,77									30		
16,15											
N° de intervalo	10,488	Desviación superior (+33%)							19,113		
Incremento	0,38	Valor medio(s)							14,37		
		Desviación inferior (-33%)							10		
Intervalo modal	15,96	Valor máximo							16,15		
Tiempo normal	15,162	Valor mínimo							12,35		

Fuente: Nantu Tamia

3.8.2.9. Cálculo del tiempo normal en la actividad “Costura de hombrera y cuerpo”

a. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Costura de hombrera y cuerpo”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza el mismo cálculo para las demás observaciones.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Observado} \times \text{Actividad Observada}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{64 \times 85}{100} = 54,4$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$\text{Valor promedio} = \frac{2616,3}{(50)} = 52,33$$

$$\text{Desviación superior} = 52,33 * (1,33) = 69,594$$

$$\text{Desviación inferior} = 52,33 * (1 - 0,33) = 35$$

Por lo tanto todo valor mayor a 69,594 y menor a 35 debe eliminarse. En el caso de estudio todos los valores están dentro del rango especificado.

Para encontrar el número de intervalos nos ayudamos de la siguiente fórmula.

$$\text{Nº de intervalos} = \sqrt{\text{Tamaño de la muestra}} = \sqrt{50} = 7,0711$$

El listado se divide en 7 partes, para ello, se busca el tiempo mayor 56,10 y menor 46,75. Por último nos ayudamos de la siguiente fórmula para buscar el incremento.

$$\text{Incremento} = \frac{\text{Tiempo mayor} - \text{Tiempo menor}}{\text{Intervalos}} = \frac{56,10 - 46,75}{7} = 1,3357$$

Tomando el tiempo mínimo 46,75 incrementamos 1,3357 hasta llegar a nuestro tiempo máximo 56,10 a continuación se registra la frecuencia de los tiempos.

Obtenidos el tiempo que más se repite se procede a sacar el promedio de estos dos tiempos.

$$\bar{x} = \frac{54,76 + 56,10}{2} = 55,43$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Obs} \times \text{Actividad Obs}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{55,43 \times 85}{100} = 47,117 \text{ (seg)}$$

Los resultados muestran que el tiempo normal para realizar la operación costura de hombrera con cuerpo es de 47,117 segundos. A continuación se presenta la tabla 3.37 que resume los pasos realizados.

Tabla 3.37 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en el elemento costura hombrera con cuerpo.

TIEMPO NORMAL												
OPERACIÓN:		COSTURA DE HOMBREIRA CON CUERPO										
ELABORADO POR:		ROLANDO JIMBO S.						FECHA: LUNES 01-JUNIO-2106				
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)												
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	
1	85	64	54,4	66	56,1	56	47,6	62	52,7	59	50,15	
2	85	62	52,7	57	48,45	64	54,4	61	51,85	61	51,85	
3	85	65	55,25	60	51	62	52,7	65	55,25	60	51	
4	85	64	54,4	64	54,4	66	56,1	64	54,4	62	52,7	
5	85	64	54,4	57	48,45	65	55,25	56	47,6	64	54,4	
6	85	63	53,55	60	51	64	54,4	65	55,25	65	55,25	
7	85	62	52,7	58	49,3	66	56,1	59	50,15	58	49,3	
8	85	58	49,3	66	56,1	65	55,25	64	54,4	65	55,25	
9	85	56	47,6	57	48,45	59	50,15	65	55,25	59	50,15	
10	85	61	51,85	63	53,55	56	47,6	55	46,75	59	50,15	
Act= Actividad		TO=Tiempo observado					TN=Tiempo normal					
OPERACIÓN		ACTIVIDAD										
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
46,75							5					
48,09												
48,09							6					
49,42												
49,42							5					
50,76												
50,76							6					
52,09												
52,09							5					
53,43												
53,43							11					
54,76												
54,76							12					
56,10												
N° de intervalo	7,0711	Desviación superior (+33%)								69,594		
Incremento	1,3357	Valor medio(s)								52,33		
		Desviación inferior (-33%)								35		
Intervalo modal	55,43	Valor máximo								56,10		
Tiempo normal	47,117	Valor mínimo								46,75		

Fuente: Nantu Tamia

b. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Costura de encaje Chavelita lado 1”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza el mismo cálculo para las demás observaciones.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Observado} \times \text{Actividad Observada}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{92 \times 85}{100} = 78,2$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$\text{Valor promedio} = \frac{2263,55}{(30)} = 75,45$$

$$\text{Desviación superior} = 75,45 * (1,33) = 100,35$$

$$\text{Desviación inferior} = 75,45 * (1 - 0,33) = 51$$

Por lo tanto todo valor mayor a 100,35 y menor a 51 debe eliminarse. En el caso de estudio todos los valores están dentro del rango especificado.

En el siguiente se calcula el número de intervalos.

$$N^{\circ} \text{ de intervalos} = \sqrt{\text{Tamaño de la muestra}} = \sqrt{30} = 5,4772$$

Por último nos ayudamos de la siguiente fórmula para buscar el incremento.

$$\text{Incremento} = \frac{79,05 - 71,40}{5} = 1,53$$

Tomando 71,40 nuestro tiempo mínimo incrementamos 1,53 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es 79,05 a esto también damos una ponderación de las actividades que ira de 60 a 100, a continuación se coloca en el formato el tiempo y las frecuencias como se muestra en la figura.

Obtenidos el tiempo que más se repite se procede a sacar el promedio de estos dos tiempos

$$\bar{x} = \frac{77,52 + 79,05}{2} = 78,29$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Observado} \times \text{Actividad Observada}}{\text{Actividad Normal}}$$

$$\text{Tiempo normal} = \frac{78,29 \times 85}{100} = 66,542 \text{ (seg)}$$

Los resultados muestran que el tiempo normal para realizar la operación costura de encaje Chavelita lado 1 es de 66,542 segundos. A continuación se presenta la tabla 3.38 que resume los pasos realizados.

Tabla 3.38 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en el elemento costura de encaje lado 1

TIEMPO NORMAL											
OPERACIÓN:		COSTURA DE ENCAJE CHAVELITA LADO 1									
ELABORADO POR:		ROLANDO JIMBO S.					FECHA: LUNES 13-JUNIO-2106				
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)											
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN
1	85	92	78,2	90	76,5	88	74,8	87	73,95	93	79,05
2	85	84	71,4	93	79,05	93	79,05	85	72,25	90	76,5
3	85	85	72,25	88	74,8	86	73,1	85	72,25	89	75,65
4	85	93	79,05	84	71,4	92	78,2	92	78,2	85	72,25
5	85	91	77,35	89	75,65	84	71,4	92	78,2	88	74,8
6	85	87	73,95	89	75,65	87	73,95	90	76,5	92	78,2
Act= Actividad		TO=Tiempo observado					TN=Tiempo normal				
OPERACIÓN		ACTIVIDAD									
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
71,40							7				
72,93											
72,93							4				
74,46											
74,46							6				
75,99											
75,99							4				
77,52											
77,52							9				
79,05											
N° de intervalo	5,4772	Desviación superior (+33%)					100,35				
Incremento	1,53	Valor medio(s)					75,45				
		Desviación inferior (-33%)					51				
Intervalo modal	78,29	Valor máximo					79,05				
Tiempo normal	66,542	Valor mínimo					71,40				

Fuente: Nantu Tamia

c. Cálculo del tiempo normal en elemento “Costura de encaje Chavelita lado 2”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza el mismo cálculo para las demás observaciones.

$$Tiempo\ normal = \frac{88 \times 85}{100} = 748$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$Valor\ promedio = \frac{2321,35}{(30)} = 77,38$$

$$Desviación\ superior = 77,38 * (1,33) = 102,91$$

$$Desviación\ inferior = 77,38 * (1 - 0,33) = 52$$

Por lo tanto todo valor mayor a 102,91 y menor a 52 debe eliminarse. En el caso de estudio todos los valores están dentro del rango especificado.

En el siguiente paso procedemos a encontrar el número de intervalos.

$$N^{\circ}\ de\ intervalos = \sqrt{30} = 5,4772$$

Luego nos ayudamos de la siguiente fórmula para buscar el incremento.

$$Incremento = \frac{79,90 - 74,80}{5} = 1,02$$

Tomando 74,80 nuestro tiempo mínimo incrementamos 1,02 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es 79,90 a continuación se registra la frecuencia de los tiempos. Obtenidos el tiempo que más se repite se procede a sacar el promedio de estos dos tiempos.

$$\bar{x} = \frac{78,88 - 79,90}{2} = 79,39$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Observado} \times \text{Actividad Observada}}{\text{Actividad Normal}}$$

$$\text{Tiempo normal} = \frac{79,39 \times 85}{100} = 67,482 \text{ (seg)}$$

Los resultados muestran que el tiempo normal para realizar la operación costura de encaje Chavelita lado 2 es de 67,482 segundos. A continuación se presenta la tabla 3.39 que resume los pasos realizados.

Tabla 3.39 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en el elemento costura de encaje lado 2

TIEMPO NORMAL											
OPERACIÓN:		COSTURA DE ENCAJE CHAVELITA LADO 2									
ELABORADO POR:		ROLANDO JIMBO S.					FECHA: LUNES 13-JUNIO-2106				
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)											
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN
1	85	88	74,8	89	75,65	93	79,05	94	79,9	88	74,8
2	85	94	79,9	94	79,9	89	75,65	93	79,05	93	79,05
3	85	91	77,35	93	79,05	88	74,8	88	74,8	89	75,65
4	85	88	74,8	93	79,05	93	79,05	90	76,5	94	79,9
5	85	91	77,35	92	78,2	90	76,5	90	76,5	92	78,2
6	85	94	79,9	91	77,35	89	75,65	91	77,35	89	75,65
Act= Actividad		TO=Tiempo observado					TN=Tiempo normal				
OPERACIÓN		ACTIVIDAD									
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
74,80							10				
75,82							3				
76,84							4				
77,86							2				
78,88							11				
79,90											
N° de intervalo	5,4772	Desviación superior (+33%)					102,91				
Incremento	1,02	Valor medio(s)					77,38				
Intervalo modal	79,39	Desviación inferior (-33%)					52				
Tiempo normal	67,482	Valor máximo					79,90				
		Valor mínimo					74,80				

Fuente: Nantu Tamia

d. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Inspección de hilos”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza el mismo cálculo para las demás observaciones.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Observado} \times \text{Actividad Observada}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{28 \times 95}{100} = 26,6$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$\text{Valor promedio} = \frac{1148,55}{(40)} = 28,71$$

$$\text{Desviación superior} = * (1,33) = 38,189$$

$$\text{Desviación inferior} = * (1 - 0,33) = 19$$

Por lo tanto todo valor mayor a 38,189 y menor a 19 debe eliminarse. En el caso de estudio todos los valores están dentro del rango especificado.

En el siguiente paso procedemos a encontrar el número de intervalos.

$$\text{Nº de intervalos} = \sqrt{\text{Tamaño de la muestra}} = \sqrt{40} = 6,3246$$

Luego nos ayudamos de la siguiente fórmula para buscar el incremento.

$$\text{Incremento} = \frac{\text{Tiempo mayor} - \text{Tiempo menor}}{\text{Intervalos}} = \frac{31,35 - 26,60}{6} = 0,7917$$

Tomando 26,60 nuestro tiempo mínimo incrementamos 0,7917 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es 31,35 a continuación se registra la frecuencia de los tiempos.

Obtenidos el tiempo que más se repite se procede a sacar el promedio de estos dos tiempos.

$$\bar{x} = \frac{28,18 + 28,98}{2} = 28,58$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Obs} \times \text{Actividad Obs}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{28,58 \times 95}{100} = 27,15 \text{ (seg)}$$

Los resultados muestran que el tiempo normal para realizar la inspección de hilos es de 27,15 segundos. A continuación se presenta la tabla 3.40 que resume los pasos realizados.

Tabla 3.40 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en el elemento inspección de hilos

TIEMPO NORMAL													
OPERACIÓN:		INSPECCIÓN DE HILOS											
ELABORADO POR:		ROLANDO JIMBO S.					FECHA: LUNES 13-JUNIO-2106						
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)													
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN
1	95	28	26,6	28	26,6	30	28,5	30	28,5	32	30,4		
2	95	30	28,5	31	29,45	28	26,6	29	27,55	30	28,5		
3	95	29	27,55	29	27,55	29	27,55	30	28,5	31	29,45		
4	95	33	31,35	30	28,5	31	29,45	28	26,6	32	30,4		
5	95	30	28,5	33	31,35	33	31,35	33	31,35	31	29,45		
6	95	28	26,6	31	29,45	31	29,45	32	30,4	29	27,55		
7	95	28	26,6	30	28,5	30	28,5	30	28,5	31	29,45		
8	95	31	29,45	28	26,6	30	28,5	31	29,45	31	29,45		
Act= Actividad		TO=Tiempo observado					TN=Tiempo normal						
OPERACIÓN		ACTIVIDAD											
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100			
26,60									7				
27,39													
27,39									5				
28,18													
28,18									11				
28,98													
28,98									10				
29,77													
29,77									3				
30,56													
30,56									4				
31,35													
N° de intervalo	6,3246	Desviación superior (+33%)								38,189			
Incremento	0,7917	Valor medio(s)								28,71			
		Desviación inferior (-33%)								19			
Intervalo modal	28,58	Valor máximo								31,35			
Tiempo normal	27,15	Valor mínimo								26,60			

Fuente: Nantu Tamia

e. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Costura de cuerpo y bajera”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza el mismo cálculo para las demás observaciones.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Observado} \times \text{Actividad Observada}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{130 \times 90}{100} = 117$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$\text{Valor promedio} = \frac{3629,7}{(30)} = 120,99$$

$$\text{Desviación superior} = * (1,33) = 160,92$$

$$\text{Desviación inferior} = * (1 - 0,33) = 81$$

Por lo tanto todo valor mayor a 160,92 y menor a 81 debe eliminarse. En el caso de estudio todos los valores están dentro del rango especificado.

En el siguiente paso procedemos a encontrar el valor que más se repite, llamado también valor modal o intervalo modal, para ello vamos a dividir el listado de tiempos en intervalos y nos ayudamos de la siguiente fórmula.

$$\text{Nº de intervalos} = \sqrt{\text{Tamaño de la muestra}} = \sqrt{30} = 5,4772$$

Luego se divide el listado en 5 partes, también se busca el tiempo mayor y menor del listado y estos son valor máximo igual a 126,90 y valor mínimo igual a 113,40. Por último nos ayudamos de la siguiente fórmula para buscar el incremento.

$$\text{Incremento} = \frac{\text{Tiempo mayor} - \text{Tiempo menor}}{\text{Intervalos}} = \frac{126,90 - 113,40}{5} = 2,7$$

Tomando 113,40 nuestro tiempo mínimo incrementamos 2,7 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es 126,90 a continuación se registra la frecuencia de los tiempos.

.Obtenidos el tiempo que más se repite se procede a sacar el promedio de estos dos tiempos.

$$\bar{x} = \frac{124,20 + 126,90}{2} = 125,55$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Obs} \times \text{Actividad Obs}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{125,55 \times 90}{100} = 113 \text{ (seg)}$$

Los resultados muestran que el tiempo normal para realizar la operación costura cuerpo y bajera es de 113 segundos. A continuación se presenta la tabla 3.41 que resume los pasos realizados.

Tabla 3.41 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en el elemento costura de cuerpo y bajera.

TIEMPO NORMAL											
OPERACIÓN:		COSTURA DE CUERPO Y BAJERA									
ELABORADO POR:		ROLANDO JIMBO S.					FECHA: LUNES 13-JUNIO-2106				
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)											
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN
1	90	130	117	133	119,7	135	121,5	133	119,7	129	116,1
2	90	126	113,4	136	122,4	136	122,4	139	125,1	141	126,9
3	90	131	117,9	135	121,5	131	117,9	133	119,7	141	126,9
4	90	139	125,1	128	115,2	141	126,9	139	125,1	126	113,4
5	90	132	118,8	139	125,1	137	123,3	126	113,4	133	119,7
6	90	134	120,6	131	117,9	141	126,9	141	126,9	137	123,3
Act= Actividad		TO=Tiempo observado					TN=Tiempo normal				
OPERACIÓN		ACTIVIDAD									
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
113,40								4			
116,10											
116,10								5			
118,80											
118,80								6			
121,50											
121,50								6			
124,20											
124,20								9			
126,90											
N° de intervalo	5,4772	Desviación superior (+33%)					160,92				
Incremento	2,7	Valor medio(s)					120,99				
		Desviación inferior (-33%)					81				
Intervalo modal	125,55	Valor máximo					126,90				
Tiempo normal	113	Valor mínimo					113,40				

Fuente: Nantu Tamia

3.8.2.10 Cálculo del tiempo normal en la actividad revisión de vestido

a. Cálculo del tiempo normal en el elemento “Cortar hilos sueltos”

Se calcula el tiempo normal para la observación 1, y se realiza el mismo cálculo para las demás observaciones.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Observado} \times \text{Actividad Observada}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{39 \times 95}{100} = 37,05$$

A continuación se procede a descartar todo tiempo que tenga una desviación mayor 33% tanto superior como inferior respecto a la media de los tiempos normalizados, con el fin de obtener los datos más precisos.

$$\text{Valor promedio} = \frac{1140,95}{(30)} = 38,03$$

$$\text{Desviación superior} = 38,03 * (1,33) = 50,582$$

$$\text{Desviación inferior} = 38,03 * (1 - 0,33) = 25$$

Por lo tanto todo valor mayor a 50,582 y menor a 25 debe eliminarse. En el caso de estudio todos los valores están dentro del rango especificado.

En el siguiente paso procedemos a encontrar el valor que más se repite, llamado también valor modal o intervalo modal, para ello vamos a dividir el listado de tiempos en intervalos y nos ayudamos de la siguiente fórmula.

$$\text{Nº de intervalos} = \sqrt{\text{Tamaño de la muestra}} = \sqrt{30} = 5,4772$$

Luego se divide el listado en 5 partes, también se busca el tiempo mayor y menor del listado y estos son valor máximo igual a 39,90 y valor mínimo igual a 36,10. Por último nos ayudamos de la siguiente fórmula para buscar el incremento.

$$\text{Incremento} = \frac{\text{Tiempo mayor} - \text{Tiempo menor}}{\text{Intervalos}} = \frac{39,90 - 36,10}{5} = 0,76$$

Tomando 36,10 nuestro tiempo mínimo incrementamos 0,76 hasta llegar a nuestro tiempo máximo que es 39,90 a continuación se registra la frecuencia de los tiempos.

Obtenidos el tiempo que más se repite se procede a sacar el promedio de estos dos tiempos.

$$\bar{x} = \frac{39,14 + 39,90}{2} = 39,52$$

Por último necesitamos obtener el tiempo normal por lo que nos ayudamos en la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo normal} = \frac{\text{Tiempo Obs} \times \text{Actividad Obs}}{\text{Actividad Normal}} = \frac{39,52 \times 95}{100} = 37,544 \text{ (seg)}$$

Los resultados muestran que el tiempo normal para realizar la operación cortar hilos sueltos es de 37,544 segundos. A continuación se presenta la tabla 3.42 que resume los pasos realizados.

Tabla 3.42 Resumen del procedimiento para determinar el tiempo normal en el elemento cortar hilos sueltos

TIEMPO NORMAL											
OPERACIÓN:		CORTAR HILOS SUELTOS									
ELABORADO POR:		ROLANDO JIMBO S.					FECHA: LUNES 20-JUNIO-2106				
RESUMEN DE MEDICIONES (seg)											
	Act.	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN	To	TN
1	95	39	37,05	42	39,9	39	37,05	42	39,9	42	39,9
2	95	40	38	40	38	40	38	39	37,05	42	39,9
3	95	39	37,05	39	37,05	38	36,1	40	38	39	37,05
4	95	40	38	38	36,1	38	36,1	42	39,9	42	39,9
5	95	42	39,9	40	38	39	37,05	38	36,1	41	38,95
6	95	39	37,05	42	39,9	40	38	42	39,9	38	36,1
Act= Actividad		TO=Tiempo observado				TN=Tiempo normal					
OPERACIÓN		ACTIVIDAD									
Tiempo	Actividad N° de repeticiones	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
36,10									5		
36,86									8		
37,62									7		
38,38									1		
39,14									9		
39,90											
N° de intervalo	5,4772					Desviación superior (+33%)				50,582	
Incremento	0,76					Valor medio(s)				38,03	
						Desviación inferior (-33%)				25	
Intervalo modal	39,52					Valor máximo				39,90	
Tiempo normal	37,544					Valor mínimo				36,10	

Fuente: Nantu Tamia

El escrutinio para encontrar el tiempo normal es adecuado cuando los operarios reducen el rendimiento de su desempeño por debajo de lo normal, debido a la tensión que ocasiona la observación hacia los operarios y el desacuerdo que presentan con la toma de tiempos.

3.8.3. SUPLEMENTOS

A continuación se procede a ponderar los suplementos por necesidades personales y suplementos por descanso para lo cual nos ayudamos con figura N° 8 de suplementos propuesto por la OIT.

Tabla 3.43 Valoración de los suplementos

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES		
	Hombre	Mujer
Suplementos por necesidades personales	5	7
Suplemento base por fatiga	4	4
B Suplementos por postura		
Ligeramente incómoda	0	1
C Uso de energía muscular (Levantar, tirar, empujar)		
Peso levantado [kg]		
5	1	2
D Mala iluminación		
Bastante por debajo	2	2
F Concentración intensa		
Trabajos precisos y fatigosos	2	2
H Tensión mental		
Proceso bastante complejo	1	1
Total suplementos		19
suplemento= (1+suplemento)		1,19

Fuente: (García Criollo, 2005)

El resultado que muestra la tabla 3,44 referente a los suplementos constantes y suplementos variables, entre los que sobresalen suplementos por necesidades personales, fatiga y demás elementos tienen una valoración del 19%, y este porcentaje es equivalente al 1,19 ya que facilitara el cálculo del tiempo estándar, se pueden distinguir los datos de la figura por su color amarillo.

3.8.4. TIEMPO ESTÁNDAR

El siguiente punto es calcular el tiempo estándar de la tarea objeto de estudio, y se realiza multiplicando el tiempo observado por el factor de valoración y todo esto multiplicado por el suplemento, parámetros que anteriormente ya definimos, para ello nos ayudamos de la ecuación 3 propuestas por García Criollo.

$$T_s = T_o * F_v * (1 + s)$$

Tabla 3.44 Tiempo estándar para la elaboración de vestidos

TIEMPO ESTANDAR							
	ESTUDIO N°		MÉTODO		ACTUAL	PROPUESTO	
	TIEMPO ESTANDAR		SECCIÓN:		ÁREA DE PRODUCCIÓN		
			ELABORADO POR:		ROLANDO JIMBO S.		
ELEMENTOS			Tiempo estandar (segundos)				
			Intervalo modal (seg)	Factor de valoración	Tiempo normal(seg)	Suplementos	Tiempo estandar (seg)
1	Corte de Bajera	Tender tela en la mesa	8,9	75	6,68	1,19	7,9
		Medir tela para bajera	17,1	85	14,52	1,19	17,3
		Corte de tela para bajera	17,2	85	14,59	1,19	17,4
		Doblado de tela para bajera	17,3	90	15,59	1,19	18,6
2	Corte de Cuerpo	Tender tela en la mesa	9,5	95	8,98	1,19	10,7
		Medir tela para cuerpo	22,2	95	21,12	1,19	25,1
		Corte de tela para cuerpo	20,6	95	19,61	1,19	23,3
		Doblado de tela para cuerpo	20,7	90	18,63	1,19	22,2
3	Costura de filós	Costura de Filós de bajera	93,2	95	88,54	1,19	105,4
		Costura de Filós de cuerpo	36,6	95	34,75	1,19	41,3
4	Costura de bajera	Costura de encaje chavelita	45,3	90	40,73	1,19	48,5
		Costura de cinta	64,7	95	61,46	1,19	73,1
5	Costura de cuerpo	Costura de encaje campanita	52,0	95	49,37	1,19	58,7
6	Costura de extremos	Costura de extremos de cuerpo	26,3	95	24,95	1,19	29,7
		Costura de extremos de bajera	24,5	95	23,27	1,19	27,7
7	Encarrujado de bajera y cuerpo	Encarrujado de bajera	34,0	95	32,26	1,19	38,4
		Inspección de encarrujado de bajera	8,7	95	8,24	1,19	9,8
		Encarrujado de cuerpo	49,9	95	47,38	1,19	56,4
		Inspección de encarrujado de cuerpo	12,2	95	11,60	1,19	13,8
8	Costura de hombrera	Formar Hombrera en encaje piojito	55,4	95	52,67	1,19	62,7
		Inspección de hilos	16,0	95	15,16	1,19	18,0
9	Costura de piezas del vestido	Costura de Hombrera con Cuerpo	55,4	85	47,12	1,19	56,1
		Costura de encaje chavelita lado 1	78,3	85	66,54	1,19	79,2
		Costura de encaje chavelita lado 2	79,4	85	67,48	1,19	80,3
		Inspección de hilos	28,6	95	27,15	1,19	32,3
		Costura de Cuerpo y bajera	125,6	90	113,00	1,19	134,5
10	Revisión del vestido	Cortar hilos sueltos	39,5	95	37,54	1,19	44,7
TIEMPO TOTAL (minutos)			17,65				19,2

Fuente: Microempresa Nantu Tamia

El tiempo estándar que la operadora necesita para la confección de vestidos es de 19,20 minutos a un ritmo normal de trabajo y realizado por una operaria con un rendimiento promedio en el trabajo.

3.8.5. ESTUDIO DE MÉTODOS

El estudio de métodos inicia por la segmentación de operaciones, o la separación de la tarea en elementos, esto ya lo realizamos en el estudio de tiempos, así que nos ayudamos de las figuras 3.5 y 3.6, ya que es indispensable dividir la tarea en elementos para identificar métodos y tareas que estén siendo ejecutados de manera innecesaria.

El siguiente paso es calificar tareas que se consideran de valor añadido (VA) estas pueden ser operación e inspección, así también las tareas de no valor añadido (NVA) como las tareas de transporte, demora y almacenamiento.

Seguido se agrega el suplemento, dicho dato se obtuvo en nuestro estudio de tiempos, por lo que nos ayudamos de la **Tabla 3.43**, este valor es igual a 1,19. Y por último se especifica la cantidad de unidades en el caso de estudio contiene una sola unidad. Para obtener el resultado se multiplica el tiempo por el suplemento y por la unidad dando nuestro tiempo corregido.

Separar los elementos de valor añadido de los elementos de no valor añadido, para al final obtener el tiempo total de elementos de valor añadido, de no valor añadido así como el tiempo total empleado para realizar la tarea.

Enseguida se procede al cálculo del CdM que es nuestro coeficiente de despilfarro por método el cual muestra que tan adecuado es el método que maneja la microempresa.

$$CdM = 1 + \frac{\sum (TONVA)}{\sum (TOVA)}$$

Dónde:

CdM: *Coficiente de despilfarro por método*

\sum TONVA: *Sumatoria Tiempo operacional de no valor añadido*

ΣTVA: Sumatoria Tiempo operacional de valor añadido

CdM debe tender a 1, todo lo que esté por encima manifiesta el despilfarro actual.

$$CdM = 1 + \frac{1,3}{18}$$

$$CdM = 1,07$$

El CdM debe tender a 1 y todo lo que esté por encima se entiende o se considera como desperdicio.

En cuanto al método de trabajo que mantiene la microempresa, los resultados muestran que mantienen un método adecuado, el coeficiente de desperdicio por método (CdM) es de 1,07 la regla menciona que el CdM debe tender a 1 y todo lo que esté por encima de este manifiesta desperdicio, en el presente caso objeto de estudio el coeficiente de desperdicio por método en la confección de vestidos muestra una pequeña cifra de 7% de desperdicio.

Considerando nuestro tiempo corregido de 19,3 minutos como nuestro cien por ciento, el estudio de métodos muestra que el 93,1% están conformadas por operaciones de valor añadido, mientras que el 6,9 % están compuestas por operaciones de no valor añadido.

A continuación se muestra un resumen de datos en la tabla 3.46 donde se detalla minuciosamente lo antes expuesto.

Tabla 3.45 Método para la elaboración de vestidos

DIAGRAMA DE MÉTODO DE TRABAJO										
Actividad:	Método	Actual		Resumen del método						
		Propuesto		Actividad	Actual		Economía			
Objeto	Empieza			Operación	24					
	Termina			Transporte	7					
Lugar:	Operario	Material	Equipo	Espera	0					
				Inspección	4					
Elaborado por: Rolando Jimbo S.				Fecha:	Almacenamiento	4				
Aprobado por:				Fecha:	Distancia (m)	13				
					Tiempo (min-hombre)	19,34				
					Ratio	0,89				

Descripción del elemento	Act	Prop	Calificación de operación		Tiempo (seg)	Tot. Suplemento	Total unidad (seg)	unidad	Tiempo corregido (TN)	NVA	VA		
			Valor añadido	Despilfarrado									
1. Corte de bajera	1	Seleccionar tela de bodega	●	●	x		20	1,19	24	30	1	0	1
	2	Desplazarse a la mesa de trabajo	➡	➡		x	15	1,19	18	30	1	1	0
	3	Tender tela en la mesa	●	■	x		7	1,19	8	1	8	0	8
	4	Medir tela para bajera	●	■	x		15	1,19	17	1	17	0	17
	5	Corte de tela	●	■	x		15	1,19	17	1	17	0	17
	6	Colocar tela cortada en la mesa	▼	▼		x	15	1,19	18	30	1	1	0
	7	Doblar tela para bajera	●	●	x		16	1,19	19	1	19	0	19
	8	Colocar tela en la mesa	▼	▼		x	17	1,19	20	30	1	1	0
2. Corte de cuerpo	9	Tender tela en la mesa	●	■	x		9	1,19	11	1	11	0	11
	10	Medir tela para cuerpo	●	■	x		21	1,19	25	1	25	0	25
	11	Corte de tela para cuerpo	●	■	x		20	1,19	23	1	23	0	23
	12	Colocar tela cortada en la mesa	▼	▼		x	14	1,19	17	30	1	1	0
	13	Doblado de tela para cuerpo	●	●	x		19	1,19	22	1	22	0	22
	14	Colocar tela en la mesa	▼	▼		x	17	1,19	20	30	1	1	0
3. Costura de fillos de bajera	15	Traslado a máquina brother IV	➡	➡		x	13	1,19	15	30	1	1	0
	16	Costura de fillos de bajera	●	●	x		89	1,19	105	1	105	0	105
4. Costura de fillos de cuerpo	17	Costura de fillos de cuerpo	●	●	x		35	1,19	41	1	41	0	41
5. Ensamble de bajera bajera	18	Traslado a máquina Juki	➡	➡		x	14	1,19	17	30	1	1	0
	19	Costura de encaje chavelita	●	●	x		41	1,19	48	1	48	0	48
	20	Costura de cinta	●	●	x		61	1,19	73	1	73	0	73
6. Ensamble de cuerpo	21	Costura de encaje campanita	●	●	x		49	1,19	59	1	59	0	59
7. Costura de extremos cerpo	22	Traslado a máquina brother IV	➡	➡		x	15	1,19	18	30	1	1	0
	23	Costura de extremos de cuerpo	●	●	x		25	1,19	30	1	30	0	30
8. Costura de extremos bajera	24	Costura de extremos de bajera	●	●	x		23	1,19	28	1	28	0	28
9. Encarrujado de bajera y cuerpo	25	Traslado a máquina industrial kingtex	➡	➡		x	15	1,19	18	30	1	1	0
	26	Encarrujado de bajera	●	●	x		32	1,19	38	1	38	0	38
	27	Inspección de encarrujado bajera	■	■		x	8	1,19	10	1	10	10	0
	28	Encarrujado de cuerpo	●	●	x		47	1,19	56	1	56	0	56
	29	Inspección de encarrujado cuerpo	■	■		x	12	1,19	14	1	14	14	0
10. Costura hombrera	30	Traslado a máquina brother IV	➡	➡		x	14	1,19	17	30	1	1	0
	31	Formar hombrera en encaje piojito	●	●	x		53	1,19	63	1	63	0	63
	32	Inspección de hilos	■	■		x	15	1,19	18	1	18	18	0
11. Unión de hombrera con cuerpo	33	Traslado a máquina Juki	➡	➡		x	13	1,19	15	30	1	1	0
	34	Unión de hombrera y cuerpo	●	●	x		47	1,19	56	1	56	0	56
12. Costura de encaje chavelita lado 1 y 2	35	costura de encaje chavelita lado 1	●	●	x		67	1,19	79	1	79	0	79
	36	costura de encaje chavelita lado 2	●	●	x		67	1,19	80	1	80	0	80
	37	Inspección de hilos	■	■		x	27	1,19	32	1	32	32	0
13. Unión de piezas	38	Unión cuerpo y bajera	●	●	x		113	1,19	134	1	134	0	134
	39	Corte de hilos sueltos	●	●	x		38	1,19	45	1	45	0	45
Tiempo total (min)							19,2				19,34	1,3	18,0

Fuente:(José Agustín Cruelles, 2013)

En cuanto al método de trabajo, los resultados muestran que mantienen un método adecuado, el coeficiente de desperdicio por método (CdM) es de 1,07 la regla menciona que el CdM debe tender a 1 y todo lo que esté por encima de este manifiesta desperdicio, en el presente caso objeto de estudio el coeficiente de desperdicio por método en la confección de vestidos muestra una pequeña cifra de 7% de desperdicio.

Tabla 3.46 Resultados del método para la elaboración de vestidos

NOMBRE	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (seg)	TIEMPO (min)	Suplemento	1,19
OPERACIÓN	●	24	1080	18,00		
INSPECCIÓN	■	4	74	1,23		
TRANSPORTE	➡	7	4	0,07		
ESPERA	●	0	0	0,00		
ALMACENAMIENTO	▼	4	2	0,04		
TOTAL		39	1160,2	19,34		
RATIO		0,9307				
					Concepto	
					seg/u	
					min/unidad	
					%	
					Tiempo Total	100
					ΣTOVA	93,1
					ΣTONVA	6,9
					CdM	1,07
					CdM =1optimo; CdM >1 =desperdicio	

Fuente: (José Agustín Cruelles, 2013)

3.8.6. PRODUCCIÓN

La producción estimada de vestidos para niñas tiene un promedio de producción de 24,8 vestidos diarios, esto es 110 vestidos semanales, dando un total de 440 vestidos mensuales, tomando 8 horas laborables 5 días a la semana

La producción después del diagnóstico inicial es:

$$Producción = \frac{1 \text{ unidad}}{19,3 \text{ minutos}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ h}} = 3,1 \text{ unidades/hora}$$

$$Producción = \frac{3,1 \text{ unidades}}{1 \text{ hora}} * \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ día}} = 24,8 \text{ unidades/día}$$

$$Producción = \frac{24,8 \text{ unidades}}{1 \text{ día}} * \frac{5 \text{ días}}{1 \text{ sema}} = 124 \text{ unidades/semana}$$

$$Producción = \frac{124 \text{ unidades}}{1 \text{ semana}} * \frac{4 \text{ semanas}}{1 \text{ mes}} = 496 \text{ unidades/mes}$$

Los datos anteriores se resumen en una tabla para facilitar los resultados obtenidos del estudio de tiempos.

Tabla 3.47 Resumen de la producción por operaciones

PRODUCCIÓN POR OPERACIÓN											
										Actual	Propuesta
NOMBRE DE OPERADORA Mirian Santillán	FECHA Lunes -10 -Julio-2016	TAKT-TIME (min)								19	
		HORAS TRABAJADAS								8	
		MINUTOS/DÍA								480	
		UNIDADES/HORA								3,1	
		UNIDADES/DIA								24,8	
		UNIDADES/SEMANA								124,0	
		UNIDADES/MES								496,1	
NÚMERO DE OPERACIONES											
	Op.1	Op.2	Op.3	Op.4	Op.5	Op.6	Op.7	Op.8	Op.9	Op.10	
Operaciones	Corte de bajera	Corte de cuerpo	Costura de filis	Costura de bajera	Costura de cuerpo	Costura de extremos	Encarrujado	Costura hombrera	Unión piezas	Revisión del vestido	
Tiempo estandar (seg)	64	83	147	122	59	58	119	81	383	45	
Tiempo estandar (min)	1,1	1,4	2,5	2,0	1,0	1,0	2,0	1,4	6,4	0,8	
unid / (60min)	56	43	24	30	61	62	30	44	9	80	

Fuente: Microempresa Nantu Tamia

El resumen el estudio de tiempos muestra que, el tiempo estándar para la confección de un vestido de talla 8 por una persona promedio es de 19,3 minutos para la elaboración de vestidos, además que se produce 3 unidades en una hora, 24 unidades al día, 124 unidades semanales por último 496 unidades mensuales.

Es importante mencionar que la producción es sólo teórica, los datos de la producción real se analizarán en el Balance de línea ya que se incluyen datos adicionales que al momento no se toma en consideración como, el tiempo de cada puesto de trabajo, el desempeño de línea, entre otros.

3.8.7. COSTO DE MATERIA PRIMA

En la tabla 3.48 se describe el costo de la materia prima, para la confección del vestido se toma como referencia un metro de tela, un metro de cinta, un metro de encaje etc. para calcular el precio de las materias primas.

Tabla 3.48 Costo de la materia prima para la confección de vestidos

MICROEMPRESA ARTESANAL NANTU TAMIA				
PROVEEDOR : ECUATEXIL FECHA DE ENTREGA: 03 Mayo 2016				
PRODUCTO	UNIDAD	CANTIDAD TOTAL	PRECIO	PRECIO UNITARIO
TELA DE ALGODÓN (Rollo)	Metros	50	68	1,36
HILO	conos	10	3,6	0,36
ENCAJE PIOJITO (filos)	Metros	500	30	0,06
ETIQUETAS	Unidad	1000	65	0,07
CINTA	Rollo(metro)	200	9	0,05
HOMBRERAS EN CROCHET	UNIDAD	1	1	1,00
ENCAJE CHAVELITA(Hombrera)	Metros	100	40	0,40
ENCAJE CAMPANITA (CUERPO)	Metros	500	50	0,10
TOTAL		266,6		3,39

Fuente: Nantu Tamia

La siguiente tabla muestra el salario de los trabajadores que prestan sus servicios en la microempresa Nantu Tamia.

Tabla 3.49 Resumen de sueldos pagados a los trabajadores

CONCEPTO	SALARIO BÁSICO	DECIMO TERCERO	DECIMO CUARTO	APORTE PATRONAL 11,15%	APORTE PERSONAL 9,45%	TOTAL SALARIO MES
Operario 1	375	31,25	31,25	41,8125	35,4375	514,75
Operario 2	375	31,25	31,25	41,8125	35,4375	514,75
Operario 3	375	31,25	31,25	41,8125	35,4375	514,75
Operario 4	375	31,25	31,25	41,8125	35,4375	514,75
Total						\$ 2.059,00

Fuente: Nantu Tamia

Tabla 3.50 Resumen de sueldos pagados a los trabajadores por hora

Nombres	Salarios /mes	Salarios /22 días	Salarios /hora
Mirian Santillán	\$ 514,75	\$ 23,40	\$ 2,92
Nancy Aguilar	\$ 514,75	\$ 23,40	\$ 2,92
Patricio Farinango	\$ 514,75	\$ 23,40	\$ 2,92
Total	\$ 2.059,00	\$ 93,59	\$ 11,70

Fuente: Nantu Tamia

La Tabla 3.50 muestra que el costo de hora laborable es de 2 dólares 92 centavos por persona, mientras que el costo de hora laborable por las 3 personas es de 8 dólares y 76 centavos.

CAPÍTULO IV

4. DISEÑO Y PROPUESTA DE LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO QUE PERMITA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN EN LA MICROEMPRESA “NANTU TAMIA”

En la presente sección del trabajo de investigación, se pretende brindar una propuesta de una organización del trabajo que facilite y aporte al desarrollo de la empresa, por medio del estudio de tiempos y movimiento dentro de la microempresa “Nantu Tamia”.

4.1.CREATIVIDAD Y GENERACIÓN DE IDEAS

Para la generación de ideas es imprescindible la presencia de la propietaria y los operarios para así llegar a una solución de los problemas que suceden en la microempresa Nantu Tamia.

4.1.1 HALLAR EL PROBLEMA

Se realizó un interrogatorio al personal de la microempresa “Nantu Tamia”, los resultados mostraron que el problema es el incumplimiento de los pedidos y se presentan por distintas causas las cuales se mencionan a continuación:

- a. Inspecciones excesivas en la actividad de encarrujado
- b. Corte manual de tela
- c. Cuello de botella en la operación unión hombrera con cuerpo
- d. Desequilibrio entre tareas en el área de confección

Para descubrir el problema de fondo se aplica la técnica de los 5 ¿Por qué?, consiste en preguntar 5 veces consecutivas con el fin de llegar a la causa raíz del problema.

A la siguiente causa se realizan 5 preguntas consecutivas con el fin de conseguir la causa raíz o el problema de fondo.



Se descubre que se presenta un número excesivo de inspecciones ya que se reprocesa la prenda al no tener la medida exacta. También se descubre la causa raíz del corte manual de la tela y esta se presenta debido a que la máquina destruye la tela.

A los siguientes problemas se realizan 5 preguntas consecutivas con el fin de conseguir la causa raíz o el problema de fondo.

c. Cuello de botella en la operación unión hombrera con cuerpo	d. Desequilibrio entre tareas en el área de confección
<p>Diagrama de 5 por qué para el problema de cuello de botella:</p> <ul style="list-style-type: none"> Problema: CUELLO DE BOTELLA ¿Por qué? LAS ACTIVIDADES NO TIENEN LA MISMA DURACIÓN ¿Por qué? HAY ACTIVIDADES CON MAS ELEMENTOS ¿Por qué? NO HAY DISTRIBUCIÓN ADECUADA DE TAREAS ¿Por qué? NO HAY TAREAS EQUILIBRADAS ASIGNADAS 	<p>Diagrama de 5 por qué para el problema de desequilibrio entre tareas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Problema: DESEQUILIBRIO ENTRE TAREAS ¿Por qué? UNAS TAREA TOMAN MAS TIEMPO ¿Por qué? HAY MALA DISTRIBUCIÓN DE LAS TAREAS ¿Por qué? NO SE SABE CUANTO TIEMPO TOMA REALIZAR CADA TAREA ¿Por qué? NO HAY UN ESTANDAR DE TIEMPO
<p>FIGURA 4.2: Aplicación de los 5 por qué al problema cuello de botella</p>	<p>FIGURA 4.3: Aplicación de los 5 por qué al problema desequilibrio entre tareas</p>

Se descubre que el problema de fondo del cuello de botella en la operación unión hombrera con cuerpo se presenta debido a la no existencia de tareas equilibradas

asignadas al personal. También se descubre la causa raíz del desequilibrio entre tareas en el área de confección y esta se presenta ya que no hay un estándar de tiempo.

En la **Tabla 4** se resume el análisis de los problemas.

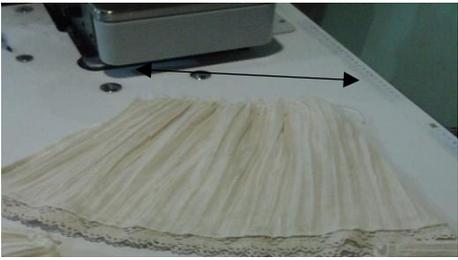
Tabla 4 Soluciones a los problemas encontrados.

N°	PROBLEMA	CAUSA RAÍZ	SOLUCIÓN
1	Inspecciones excesivas en la actividad de encarrujado	Reproceso de piezas	Ajuste de maquinaria
2	Corte manual de tela	La sierra destruye la tela	Compra de máquina de disco
3	Cuello de botella en la operación unión hombrera con cuerpo	No existen tareas equilibradas asignadas al personal	Distribución equilibrada de tareas
4	Desequilibrio entre tareas en el área de confección	No hay estándar de tiempo	Tiempo estándar

Fuente: Microempresa Nantu Tamia

4.2. REDUCIR INSPECCIONES EN LA ACTIVIDAD DE ENCARRUJADO

Se propone reducir la exigencia de la medida tanto en bajeras como en cuerpo, para la bajera del vestido es necesario que tenga 45 cm de largo después del encarrujado, mientras que el cuerpo del vestido después del encarrujado debe medir 30 cm, al no cumplir con tal exigencia la pieza encarrujada se procede a reprocesar, es decir, se procede a zafar la costura y encarrujar nuevamente hasta que tenga las medidas descritas anteriormente.

	
<p>Ilustración 4: Medida de la longitud de la bajera</p>	<p>Ilustración 4.1: Medida de la longitud del cuerpo del vestido</p>

Al reducir la exigencia de las medidas se puede ajustar la máquina de encarrujado a una medida estándar, logrando encarrujar las piezas con ± 1 cm de variación en las medidas, el resultado de este cambio ayuda a no inspeccionar cada unidad al momento del encarrujado si no que se puede inspeccionar una de cada 10 piezas logrando reducir el tiempo en inspección.

4.3. CORTE MANUAL DE LA TELA

El corte de tela se realiza de forma manual ocupado un tiempo estándar de 25 segundos por pieza cortada, se menciona también que no se utiliza cortadora eléctrica vertical debido a que los dientes de la sierra daña la tela, entonces se propone la compra de una cortadora con cuchilla circular para evitar daños en la tela.



La adopción de la maquinaria reduciría el tiempo de corte a la mitad es decir de 64 a 32 segundos por pieza. El costo de la Cortadora circular bordea los 450 dólares mientras el cutter circular bordea los 75 dólares, el repuesto de cuchillas tiene un valor de 40 dólares, el valor esperado por consumo de electricidad es de 30 dólares dando un total de 595 dólares.

Con la compra de la máquina circular, se procede a cambiar el método de corte que logrará reducir de 102 segundos a 25 segundos. Además reduciendo la exigencia de las medidas, se reduce el tiempo de inspección de 24 segundos a 5 segundos.

Los cambios en el método se resumen en la **Tabla 4.1** donde se visualiza además el tiempo estándar propuesto.

Tabla 4.1 Propuesta de mejora en el proceso de confección

DIAGRAMA DE MÉTODO DE TRABAJO							
Actividad:	Método	Actual		Resumen del método			
		Propuesto		Actividad	Actual	Propuesto	Economía
Objeto	Empieza			Operación	24	18	
	Termina			Transporte	7	7	
Lugar:	Operario	Material	Equipo	Espera	0	0	
				Inspección	4	2	
Elaborado por: Rolando Jimbo S.			Fecha:	Almacenamiento	4	4	
				Distancia (m)	13	13	
Aprobado por:			Fecha:	Tiempo (min-hombre)	19,35	17,77	

Descripción del elemento	Act	Prop	Calificación de operación		Tiempo (seg)	Tot. Suplemento	Total unidad (seg)	unidad	Tiempo corregido (TN)	NVA	VA
			Valor añadido	Despilfarrado							
1. Corte de bajera	1	●	●	x	20	1,19	24	30	1	0	1
	2	➡	➡		15	1,19	18	30	1	1	0
	3	●	■	x	7	1,19	8	4	2	0	2
	4	●	■	x	15	1,19	17	4	4	0	4
	5	●	■	x	15	1,19	17	4	4	0	4
	6	▼	▼		15	1,19	18	30	1	1	0
	7	●	●	x	16	1,19	19	1	19	0	19
	8	▼	▼		17	1,19	20	30	1	1	0
2. Corte de cuerpo	9	●	■	x	9	1,19	11	4	3	0	3
	10	●	■	x	21	1,19	25	4	6	0	6
	11	●	■	x	20	1,19	23	4	6	0	6
	12	▼	▼		14	1,19	17	30	1	1	0
3. Costura de hilos	13	●	●	x	19	1,19	22	1	22	0	22
	14	▼	▼		17	1,19	20	30	1	1	0
	15	➡	➡		13	1,19	15	30	1	1	0
3. Costura de hilos	16	●	●	x	89	1,19	105	1	105	0	105
	17	●	●	x	35	1,19	41	1	41	0	41
4. Costura bajera	18	➡	➡		14	1,19	17	30	1	1	0
	19	●	●	x	41	1,19	48	1	48	0	48
5. Costura de cuerpo	20	●	●	x	61	1,19	73	1	73	0	73
	21	●	●	x	49	1,19	59	1	59	0	59
6. Costura de extremos	22	➡	➡		15	1,19	18	30	1	1	0
	23	●	●	x	25	1,19	30	1	30	0	30
	24	●	●	x	23	1,19	28	1	28	0	28
7. Encarrujado	25	➡	➡		15	1,19	18	30	1	1	0
	26	●	●	x	32	1,19	38	1	38	0	38
	27	●	■		8	1,19	10	4	2	2	0
	28	●	●	x	47	1,19	56	1	56	0	56
8. Costura hombrera	29	●	■		12	1,19	14	4	3	3	0
	30	➡	➡		14	1,19	17	30	1	1	0
	31	●	●	x	53	1,19	63	1	63	0	63
9. Unión de piezas	32	●	■		15	1,19	18	1	18	18	0
	33	➡	➡		13	1,19	15	30	1	1	0
	34	●	●	x	47	1,19	56	1	56	0	56
	35	●	●	x	67	1,19	79	1	79	0	79
	36	●	●	x	67	1,19	80	1	80	0	80
	37	●	■		27	1,19	32	1	32	32	0
10. Revisión de vestido	38	●	●	x	113	1,19	134	1	134	0	134
	39	●	●	x	38	1,19	45	1	45	0	45
Tiempo total (min)					19,2				17,77	1,0	16,7

Fuente: Microempresa Nantu Tamia

El método propuesto para la confección de vestidos de niñas talla número 8, propone una reducción en la operación 1, de 64 segundos a 32 segundos. La operación 2, de 83 segundos a 38 segundos. Por último la operación 7, de 119 segundos a 101 segundos reduciendo el tiempo estándar de 19,34 a 17,77 minutos.

Tabla 4.2 Resumen de la propuesta del método de confección

PROPUESTA DE PRODUCCIÓN POR OPERACIÓN										
			Actual	Propuesta						
NOMBRE DE OPERADORA Mirian Santillán	FECHA Lunes -10 -Julio-2016	TAKT-TIME (min)	19,35	17,77						
		HORAS TRABAJADAS	8	8						
		MINUTOS/DÍA	480	480						
		UNIDADES/HORA	3,1	3,4						
		UNIDADES/DIA	24,8	27,0						
		UNIDADES/SEMANA	124,0	135,1						
			UNIDADES/MES	496,1	540,3					
NÚMERO DE OPERACIONES										
	Op.1	Op.2	Op.3	Op.4	Op.5	Op.6	Op.7	Op.8	Op.9	Op.10
Operaciones	Corte de bajera	Corte de cuerpo	Costura de fillos	Costura de bajera	Costura de cuerpo	Costura de extremos	Encarrujado	Costura hombrera	Unión piezas	Revisión del vestido
Tiempo estandar (seg)	32	38	147	122	59	58	101	81	383	45
Tiempo estandar (min)	0,5	0,6	2,5	2,0	1,0	1,0	1,7	1,4	6,4	0,8
unid /(60min)	113	95	24	30	61	62	36	44	9	80

Fuente: Microempresa Nantu Tamia

Tabla 4.3 Resumen de la propuesta del método de confección

NOMBRE	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO(seg)	TIEMPO(min)	Suplemento			1,19
OPERACIÓN		18	1009,46	16,82	Concepto	seg/u	min/unida	%
INSPECCIÓN		2	50,35	0,84	Tiempo Total.	1066,2	17,8	100
TRANSPORTE		7	3,93	0,07	ΣTOVA	1003,6	16,7	94,1
ESPERA		0	0,00	0,00	ΣTONVA	62,7	1,0	5,9
ALMACENAMIENTO		4	2,50	0,04	CdM	1,06		
TOTAL		31	1066,23	17,77	CdM =1optimo; CdM >1 =desperdicio			
RATIO	0,95							

Fuente: Microempresa Nantu Tamia

El coeficiente de despilfarro por método (CdM) se reduce de 1,07 a 1,06 lo que indica la reducción del despilfarro en el método.

En cuanto a las tareas de valor añadido (ΣTVA), el diagnóstico muestra que el 94,1 % de la tareas son de valor añadido y estas toman un tiempo de 16,7 minutos en ser realizadas, mientras el 5,9 % son tareas de no valor añadido y toma 1 minuto en ser realizadas. El ratio de desempeño del proceso mejora del 93% al 95%.

La Tabla 4.4 muestra los resultados finales obtenidos en el diagnóstico y la propuesta de mejora.

Tabla 4.4 Comparación del método anterior y método propuesto

NOMBRE	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO(seg)	TIEMPO(min)	NOMBRE	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO(seg)	TIEMPO(min)
OPERACIÓN		24	1080	18,0	OPERACIÓN		18	1009	16,8
INSPECCIÓN		4	74	1,2	INSPECCIÓN		2	50	0,8
TRANSPORTE		7	4	0,1	TRANSPORTE		7	4	0,1
ESPERA		0	0	0,0	ESPERA		0	0	0,0
ALMACENAMIENTO		4	2	0,0	ALMACENAMIENTO		4	2	0,0
TOTAL		39	1160	19,34	TOTAL		31	1066	17,77
RATIO		0,93			RATIO		0,95		

Fuente: Microempresa Nantu Tamia

En la ilustración se muestra que se reduce el tiempo de confección de 19,34 minutos a 17,77 minutos lo que resulta en 1,57 minutos menos en la confección de vestidos.

4.4. CUELLO DE BOTELLA EN LA OPERACIÓN UNIÓN HOMBRERA CON CUERPO

La Tabla 4.5 resume las operaciones, cabe mencionar que no se toma en cuenta la tolerancia de hombre y de máquina ya que se analiza más adelante.

Tabla 4.5 Descripción de las operaciones en la confección de vestidos

PRODUCCIÓN POR OPERACIÓN											
			Actual	Propuesta							
NOMBRE DE OPERADORA Mirian Santillán	FECHA Lunes -10 Julio-2016	TAKT-TIME (min)	19,35								
		HORAS TRABAJADAS	8								
		MINUTOS/DÍA	480								
		UNIDADES/HORA	3,1								
		UNIDADES/DÍA	24,8								
		UNIDADES/SEMANA	124,0								
		UNIDADES/MES	496,1								
NÚMERO DE OPERACIONES											
	Op.1	Op.2	Op.3	Op.4	Op.5	Op.6	Op.7	Op.8	Op.9	Op.10	
Operaciones	Corte de bajera	Corte de cuerpo	Costura de fillos	Costura de bajera	Costura de cuerpo	Costura de extremos	Encarrujado	Costura hombrera	Unión piezas	Revisión del vestido	
Tiempo estandar (seg)	64	83	147	122	59	58	119	81	383	45	
Tiempo estandar (min)	1,1	1,4	2,5	2,0	1,0	1,0	2,0	1,4	6,4	0,8	
unid / (60min)	56	43	24	30	61	62	30	44	9	80	

Fuente: Microempresa Nantu Tamia

Como resultado se muestra que la operación que marca el tiempo de producción es la operación 9, ya que tarda 6,4 minutos en ser realizada, y la sumatoria de todas las operaciones nos da un tiempo estándar de 19,35 minutos para la confección de vestidos.

La Tabla 4.6 muestra que el tiempo productivo en el puesto número 1 es de 4 minutos y 54 segundos, además muestra la saturación por operación.

Tabla 4.6 Saturación del puesto de trabajo 1

Puesto	N° Operación	Descripción de las operaciones	Ts (min)	CL (min/unid)	Saturación
1	1	Corte de bajera	1,1	2,45	44%
	2	Corte de cuerpo	1,4	2,45	56%
	3	Costura de fillos	2,45	2,45	100%
Total			4,9		

Fuente: Microempresa Nantu Tamia

La Tabla 4.7 muestra que el tiempo productivo en el puesto número 2 es de 6 minutos, también que el ciclo limitante está dado por la operación 4.

Tabla 4.7 Saturación de los puestos de trabajo 2

Puesto	N° Operación	Descripción de las operaciones	Ts (min)	CL (min/unid)	Saturación
2	4	Costura de bajera	2,03	2,03	100%
	5	Costura de cuerpo	1,0	2,03	48%
	6	Costura de extremos	1,0	2,03	48%
	7	Encarrujado	1,98	2,03	98%
Total			6,0		

Fuente: Microempresa Nantu Tamia

La Tabla 4.8 muestra que el tiempo productivo en el puesto número 3 es de 8 minutos y 30 segundos, además el ciclo limitante está marcada por la operación 9.

Tabla 4.8 Saturación de los puestos de trabajo 3

Puesto	N° Operación	Descripción de las operaciones	Ts (min)	CL (min/unid)	Saturación
3	8	Costura de hombrera	1,4	6,4	21%
	9	Unión de piezas	6,4	6,4	100%
	10	Revisión del vestido	0,8	6,4	12%
Total			8,5		

Fuente: Microempresa Nantu Tamia

La Tabla 4.9 muestra el tiempo estándar para cada operación además la eficiencia de la cadena.

Tabla 4.9 Resumen de la saturación de los puestos de trabajo

INFORME DE LA LINEA				
Puesto	N° Operarios	Ts (min)	CL (min/unid)	Saturación
Total línea	3	19,35	8,48	76%
Puesto 1	1	4,9	8,48	58%
Puesto 2	1	6,0	8,48	70%
Puesto 3	1	8,5	8,48	100%
Tiempo estándar			19,35	
Eficiencia de la cadena			76,0%	
Coefficiente de desequilibrio			24,0%	

Fuente: Microempresa Nantu Tamia

Los resultados muestran que el trabajador 1 tiene una carga de trabajo del 58 % realizando las operaciones 1,2 y 3 por lo tanto, se deduce que el operario no cuenta con demasiadas operaciones, terminada la tarea el operario procede a entregar pedidos pendientes o realizar trabajos de limpieza del vehículo entre otras actividades ajenas al área de producción.

El trabajador 2 tiene una carga de trabajo del 70 %, mientras que el tercer trabajador tiene una carga de trabajo del 100 %, la eficiencia de la línea está en el 76%, mientras que el coeficiente de desequilibrio muestra un 24% de inactividad de la línea.

Al distribuir las actividades, se consigue aliviar la carga de trabajo para todos los operadores, la Tabla 4.10 resume las operaciones, cabe mencionar que no se toma en cuenta la tolerancia de hombre y de máquina ya que se analiza más adelante.

Tabla 4.10 Nuevo Método propuesto para la confección de vestidos

PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE OPERACIONES													
			Actual		Propuesta								
OPERADOR	PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE OPERACIONES		TAKT-TIME (min)		19,35	17,77							
			HORAS TRABAJADAS		8	8							
			MINUTOS/DÍA		480	480							
FECHA	Operador 1	Operación 1,2,4,7,9,11		UNIDADES/HORA		3,1	3,4						
	Operador 2	Operación 3,10,12		UNIDADES/DIA		24,8	27,0						
	Operador 3	Operación 5,6,8,13		UNIDADES/SEMANA		124,0	135,1						
Lunes -10 -Julio-2016			UNIDADES/MES		496,1	540,3							
NÚMERO DE OPERACIONES													
	Op.1	Op.2	Op.3	Op.4	Op.5	Op.6	Op.7	Op.8	Op.9	Op.10	Op.11	Op.12	Op.13
	Corte de bajera	Corte de cuerpo	Costura de fillos Bajera	Costura de fillos cuerpo	Ensamble de bajera	Ensamble de cuerpo	Costura de extremos bajera	Costura de extremos cuerpo	Encarrujado bajera y cuerpo	Costura de hombrera	Costura encaje Chavelita1 y 2	Unión de hombrera y cuerpo	Unión de piezas
Tiempo estándar (seg)	32	38	106	41	122	59	30	28	101	81	57	192	179
Tiempo estándar (min)	0,53	0,63	1,77	0,68	2,03	0,98	0,50	0,47	1,68	1,35	0,95	3,20	2,98
piezas /(60min)	113	95	34	88	30	61	120	129	36	44	63	19	20

Fuente: Microempresa Nantu Tamia

La Tabla 4.11 muestra que el tiempo productivo en el puesto número 1 es de 5 minutos pero realizando tres tareas adicionales, además se muestra la saturación por tarea.

Tabla 4.11 Saturación del puesto 1 (nuevo método)

Puesto 1	N° Operación	Descripción de las operaciones	Ts (min)	CL (min/unid)	Saturación
	1	Corte de bajera	0,53	1,68	32%
	2	Corte de cuerpo	0,63	1,68	38%
	4	Costura de fillos de cuerpo	0,68	1,68	21%
	7	Costura de extremos de bajera	0,50	1,68	30%
	9	Encarrujado bajera y Cuerpo	1,68	1,68	100%
	11	Costura encaje Chavelita 1 y2	0,95	1,68	30%
Total			5,0		

Fuente: Microempresa Nantu Tamia

La Tabla 4.12 muestra que el tiempo productivo en el puesto número 2 es de 6 minutos y 19 segundos, también el ciclo limitante está dado por la operación 12.

Tabla 4.12 Saturación del puesto 2 (nuevo método)

Puesto 2	N° Operación	Descripción de las operaciones	Ts (min)	CL (min/unid)	Saturación
	3	Costura de filis bajera	1,77	3,2	55%
	10	Costura de hombrera	1,35	3,2	42%
	12	Unión de hombrera y cuerpo	3,20	3,2	100%
Total			6,32		

Fuente: Microempresa Nantu Tamia

La Tabla 4.13 muestra que el tiempo productivo en el puesto número 3 es de 6 minutos y 28 segundos, además el ciclo limitante está marcada por la operación 13.

Tabla 4.13 Saturación del puesto 3 (nuevo método)

Puesto 3	N° Operación	Descripción de las operaciones	Ts (min)	CL (min/unid)	Saturación
	5	Ensamble de bajera	2,03	3,0	68%
	6	Ensamble de cuerpo	0,98	3,0	33%
	8	Costura de extremos de cuerpo	0,47	3,0	16%
	13	Unión de piezas	2,98	3,0	100%
Total			6,47		

Fuente: Microempresa Nantu Tamia

La siguiente tabla se muestra el tiempo estándar para cada operación además la eficiencia de la cadena.

Tabla 4.14 Saturación de los puestos de trabajo

INFORME DE LINEA				
Puesto	N° Operarios	TS (min/unidad)	CL (min/unidad)	Saturación
Total línea	3	17,77	6,47	
Puesto 1	1	4,98	6,47	77%
Puesto 2	1	6,32	6,47	98%
Puesto 3	1	6,47	6,47	100%
Tiempo estándar		17,77		
Eficiencia de la cadena				91,6%
Coeficiente de desequilibrio				8,4%

Fuente: Microempresa Nantu Tamia

La carga laboral en el puesto 1 paso del 58 % al 77% mejorando un 19%, mientras que el puesto 2, paso del 70 % al 98% mejorando 28%, y el puesto 3 se mantiene en el 100%. Al distribuir las actividades, se consigue aliviar la carga de trabajo para todos los operadores y la eficiencia de la cadena pasa del 76% al 91,6%.

4.5. EQUILIBRAR TAREAS EN EL ÁREA DE CONFECCIÓN

La **FIGURA 4.4** presenta la sucesión de las tareas y su distribución en un día de trabajo de 8 horas con tres operarios y una producción de 54 unidades diarias, este es el método actual que utiliza el taller en la confección de vestidos.

En la **FIGURA 4.5** se propone una distribución de las tareas de manera que no se sature a los trabajadores, cabe mencionar que el puesto 1 después de terminar las actividades programadas diariamente procede a realizar entregas, también se ocupa de las actividades diarias como pago de servicios básico, compra de materia prima, aseo del vehículo entre otras.

La **FIGURA 4.5** muestra la secuencia que tiene las operaciones, además muestra el tiempo necesario para la ejecución de cada tarea, cabe recalcar que cada color de la barra hace referencia a cada puesto de trabajo.



FIGURA 4.4: Situación actual de las tareas programadas para los trabajadores

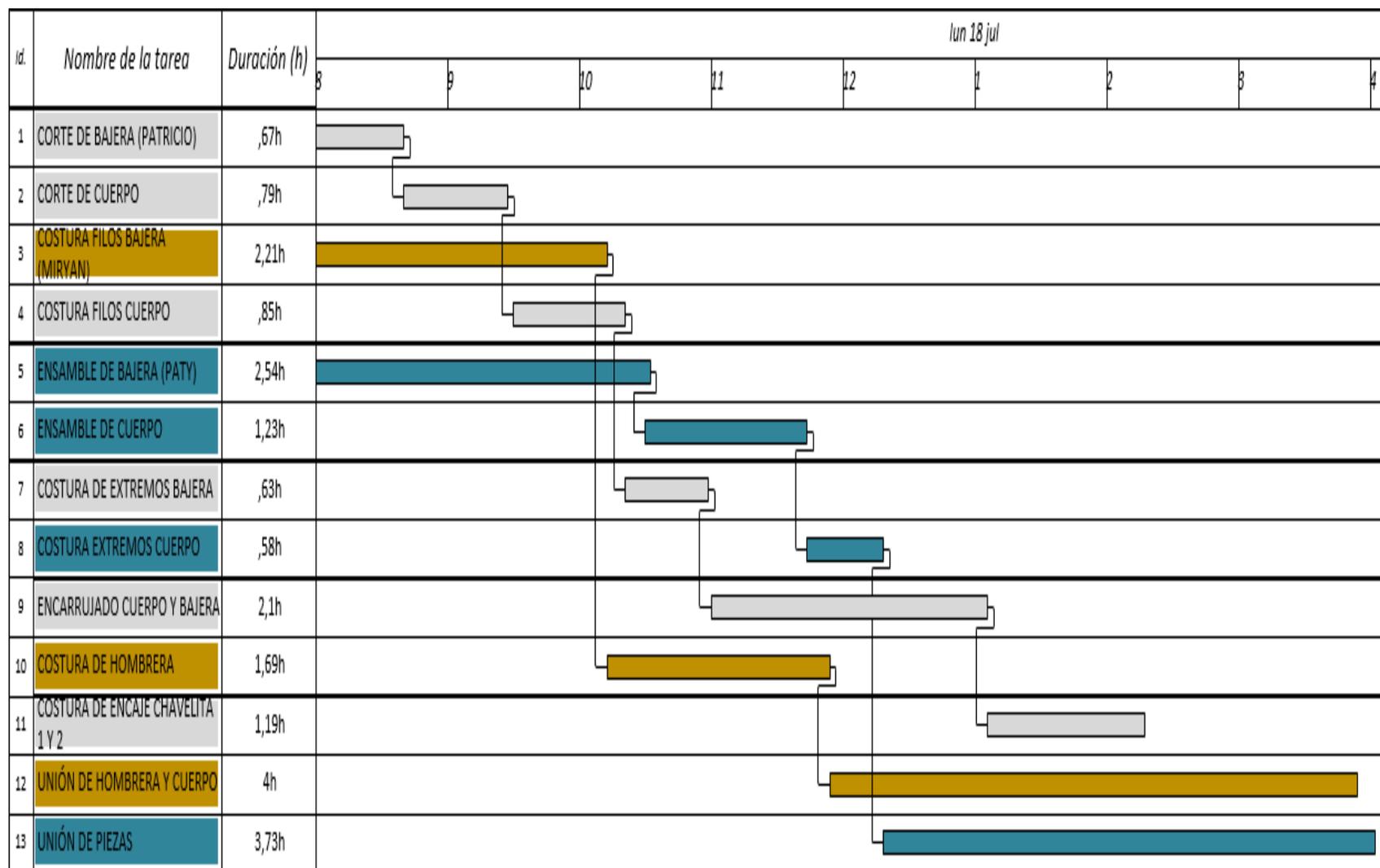


FIGURA 4.5: Propuesta de las tareas programadas para los trabajadores

La **Tabla 4.15** Proporciona datos generales de la línea y a continuación se presenta los cálculos realizados.

Tabla 4.15 Datos del diagnóstico de la línea en base al tiempo estándar

Nº	DESCRIPCIÓN ACTUAL	ITERACION 1	
		TIEMPO	OP
1	Cortador	0:04:54	1
2	Ensamble	0:06:00	1
3	Unión piezas	0:08:30	1
A	MINUTO TOTAL DEL OPERARIO	0:19:24	
B	CICLO DE CONTROL	0:08:30	
C	No. DE OPERARIOS	3	
D	TIEMPO DE LINEA	0:25:30	
E	% BALANCE	76,08%	
F	CICLO DE TRABAJO AJUSTADO	0:08:46	
G	UNIDAD/HORA	6,84	
H	UNIDAD/TURNO	54	
I	UNIDADES/OPERARIOS	18,00	
J	COSTO POR UNIDAD	\$ 3,89	
	TIEMPO POR TURNO	8:00:00	
	SALARIO/DÍA	\$ 23,36	
	SALARIO/DÍA x 3	\$ 70	

Fuente: Microempresa Nantu Tamia

El balance actual se encuentra al 76,08%, realizando 54 unidades por turno del vestido talla número 8, dentro de la línea el operador 1 ocupa 6,13 h, el trabajador 2 ocupa 7,46 h por último el operador 3 ocupa 10,6 horas dando un total de 24,2 horas **FIGURA 4.7**.

Para facilitar los siguientes cálculos es necesario transformar los segundos a números decimales.

$$\text{Minuto Total del Operario} = \sum_{i=1}^3 (\text{min } x \text{ operario})$$

$$\text{Minuto Total del Operario} = \sum_{i=1}^3 (4,90 \times 1) + (6,00 \times 1) + (8,5 \times 1) = 19,40 \rightarrow 0,40 \times 60 = 24 \rightarrow 19,24 \text{ min}$$

Ciclo de control = Es tiempo Mayor entre los tiempos de cada operación

$$\text{Ciclo de control} = 8,5 \text{ min} \rightarrow 0,5 \times 60 = 30 \rightarrow 8,30 \text{ min}$$

$$\text{Número de operarios} = \Sigma(\text{operarios})$$

$$\text{Número de operarios} = 3$$

$$\text{Total de minutos por línea} = \text{Ciclo de control} \times \text{N}^\circ \text{ de operarios}$$

$$\text{Total de minutos por línea} = 8,5 \times 3 = 25,5 \rightarrow 0,5 \times 60 = 30 \rightarrow 19,30 \text{ min} \times \text{operario}$$

$$\% \text{ Balance de línea} = \frac{\text{Minuto Total del Operario}}{\text{Total del minuto por Línea}} \times 100$$

$$\% \text{ Balance de línea} = \frac{19,4}{25,5} \times 100 = 76,08 \%$$

$$\text{Desempeño de línea} = 1 - \left[\left(\frac{\text{Tolerancia hombre}}{\text{Tiempo por Turno}} \right) + \left(\frac{\text{Tolerancias Máquina}}{\text{Tiempo Por turno}} \right) \right]$$

$$\text{Desempeño de línea} = 1 - \left[\left(\frac{10 \text{ min}}{480 \text{ min}} \right) + \left(\frac{5 \text{ min}}{480 \text{ min}} \right) \right] = 0,9688$$

$$\text{Ciclo de Control Ajustado} = \frac{\text{Ciclo de Control}}{\text{Desempeño de línea}} \times 100$$

$$\text{Ciclo de Control Ajustado} = \frac{8,5 \text{ min}}{0,9688} \times 100 = 8,77 \rightarrow 0,77 \times 60 = 46 \rightarrow 8,46 \text{ min}$$

$$\text{Unidades hora} = \left(\frac{60 \text{ min}}{\text{Ciclo de Control Ajustado}} \right)$$

$$\text{Unidades hora} = \left(\frac{1 \text{ unidad}}{8,77 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 6,84 \text{ unid/hora}$$

$$\text{Unidades Turno} = \left(\frac{\text{Unidades}}{\text{Hora}} \right) \times \left(\frac{\text{Horas}}{\text{Turno}} \right)$$

$$\text{Unidades Turno} = \left(\frac{6,84 \text{ Unidades}}{1 \text{ Hora}} \right) \times \left(\frac{8 \text{ Horas}}{1 \text{ Turno}} \right) = 54,72 \text{ unid/Turno}$$

$$\text{Costo x unidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ Operarios} \times \text{Salario}}{\text{Unidades/ Turno}}$$

$$\text{Costo x unidad} = \frac{3 \times \frac{70 \$}{\text{Turno}}}{\frac{54 \text{ Unid}}{\text{Turno}}} = 3,89 \$/\text{Unidad}$$

$$\text{Productividad}_{\text{Actual}} = \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Horas de trabajo}}$$

$$\text{Productividad}_{\text{Actual}} = \frac{1094,4}{8 * 5 * 4} = 6,84$$

$$\text{Productividad}_{\text{Actual}} = \frac{\text{Unidades producidas x precio de venta unitario}}{\text{Gastos sueldos + Gasto material + Costo por unidad}}$$

$$\text{Productividad}_{\text{Actual}} = \frac{1094,4 \text{ unid} \times 8,79 \$/\text{unidad}}{(1544,25 + 3710 + 5595,38)\$} = 0,89$$

La **Tabla 4.16** proporciona datos la mejora propuesta en la línea y a continuación se presenta los cálculos realizados.

Tabla 4.16 Datos generales en base a la propuesta de mejora

No	DESCRIPCION PROPUESTA	ITERACION 1	
		TIEMPO	OP
1	Cortador	0:04:59	1
2	Ensamble	0:06:19	1
3	Unión piezas	0:06:28	1
A	MINUTO TOTAL DEL OPERARIO	0:17:46	
B	CICLO DE CONTROL	0:06:28	
C	No. DE OPERARIOS	3	
D	TIEMPO DE LINEA	0:19:24	
E	% BALANCE	91,58%	
F	CICLO DE TRABAJO AJUSTADO	0:06:41	
G	UNIDAD/HORA	8,99	
H	UNIDAD/TURNO	71	
I	UNIDADES/OPERARIOS	23,67	
J	COSTO POR UNIDAD	\$ 2,96	
	TIEMPO POR TURNO	8:00:00	
	SALARIO/DÍA	\$ 23,36	
	SALARIO/DÍA x 3	\$ 70,00	

El balance que se propone pasa del 76,08% al 91,58% mejorando un 15,5%, de la misma forma de realizar 56 unidades pasa a 71 unidades del vestido talla número 8 al día

aumentando 15 unidades diarias, el operador 1 ocupa 6,23 h dentro de la línea, el trabajador 2 ocupa 7,90 h dentro de la línea por último el operador 3 ocupa 8,08 horas dentro de la línea dando un total de 22,21 horas **FIGURA 4.8.**

Para facilitar los siguientes cálculos es necesario transformar los segundos a números decimales.

$$\text{Minuto Total del Operario} = \sum_{i=1}^3 (\text{min } x \text{ operario})$$

$$\text{Minuto Total del Operario} = \sum_{i=1}^3 (4,98 \times 1) + (6,32 \times 1) + (6,47 \times 1) = 17,77 \rightarrow 0,77 \times 60 = 46 \rightarrow 17,46 \text{ min}$$

Ciclo de control = Es tiempo Mayor entre los tiempos de cada operación

$$\text{Ciclo de control} = 6,28 \text{ min} \rightarrow 0,28/60 = 47 \rightarrow 6,47$$

$$\text{Número de operarios} = \sum(\text{operarios})$$

$$\text{Número de operarios} = 3$$

Total de minutos por línea = Ciclo de control x N° de operarios

$$\text{Total de minutos por línea} = 6,47 \times 3 = 19,41 \rightarrow 0,41 \times 60 = 24 \rightarrow 19,24 \text{ min x operario}$$

$$\% \text{ Balance de línea} = \frac{\text{Minuto Total del Operario}}{\text{Total del minuto por Línea}} \times 100$$

$$\% \text{ Balance de línea} = \frac{17,77}{19,41} \times 100 = 91,5 \%$$

$$\text{Desempeño de línea} = 1 - \left[\left(\frac{\text{Tolerancia hombre}}{\text{T tiempo por Turno}} \right) + \left(\frac{\text{Tolerancias Máquina}}{\text{T tiempo Por turno}} \right) \right]$$

$$\text{Desempeño de línea} = 1 - \left[\left(\frac{10 \text{ min}}{480 \text{ min}} \right) + \left(\frac{5 \text{ min}}{480 \text{ min}} \right) \right] = 0,9688$$

$$\text{Ciclo de Control Ajustado} = \frac{\text{Ciclo de Control}}{\text{Desempeño de línea}} \times 100$$

$$\text{Ciclo de Control Ajustado} = \frac{6,47 \text{ min}}{0,9688} \times 100 = 6,68 \rightarrow 0,68 \times 60 = 41 \rightarrow 6,41 \text{ min}$$

$$\text{Unidades hora} = \left(\frac{60 \text{ min}}{\text{Ciclo de Control Ajustado}} \right)$$

$$\text{Unidades hora} = \left(\frac{1 \text{ unidad}}{6,678 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 8,98 \text{ unid/hora}$$

$$\text{Unidades Turno} = \left(\frac{\text{Unidades}}{\text{Hora}} \right) \times \left(\frac{\text{Horas}}{\text{Turno}} \right)$$

$$\text{Unidades Turno} = \left(\frac{8,98 \text{ Unidades}}{1 \text{ Hora}} \right) \times \left(\frac{8 \text{ Horas}}{1 \text{ Turno}} \right) = 71,84 \text{ unid/Turno}$$

$$\text{Costo x unidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ Operarios x Salario}}{\text{Unidades/ Turno}}$$

$$\text{Costo x unidad} = \frac{3 \times \frac{70 \$}{\text{Turno}}}{\frac{71,84 \text{ Unid}}{\text{Turno}}} = 2,92 \text{ \$/Unidad}$$

$$\text{Productividad}_{\text{propuesta}} = \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Horas de trabajo}}$$

$$\text{Productividad}_{\text{propuesta}} = \frac{1438,4}{8 * 5 * 4} = 8,99$$

$$\text{Productividad}_{\text{propuesta}} = \frac{\text{Unidades producidas x precio de venta unitario}}{\text{Gastos sueldos + Gasto material + Costo por unidad}}$$

$$\text{Productividad}_{\text{propuesta}} = \frac{1438,4 \text{ unid} \times 8,79 \text{ \$/unidad}}{(1544,25 + 4876,17 + 4257,66)\$} = 1,18$$

$$\text{Productividad}_{\text{variación}} = \left(\frac{\text{Productividad final}}{\text{Productividad inicial}} - 1 \right) * 100$$

$$\text{Productividad}_{\text{monofactorial}} = \left(\frac{8,99}{6,84} - 1 \right) * 100 = 31\%$$

$$\text{Productividad}_{\text{multifactorial}} = \left(\frac{1,18}{0,89} - 1 \right) * 100 = 34\%$$

La producción pasa de 1094,4 a 1438,4 unidades mensuales aumentando 344 unidades.

El costo por unidad del producto baja de \$ 3,89 a \$2,96 dólares reduciendo el costo \$ 0,93 dólares que equivale al 24%.

Por lo tanto, el cambio tanto en el método de trabajo como en la distribución de actividades visualiza un ahorro de 1337,71 dólares mensuales y 16052,54 dólares anuales.

La productividad pasa del 0,89 al 1,18 aumentando 0,30 dólares por cada unidad vendida equivalente al 34%.

El balance de línea pasa del 76% al 92% que tiene una variación del 16% equivalente al 21%.

La siguiente tabla muestra todos los datos obtenidos con la propuesta de mejora en la microempresa Nantu Tamia.

Tabla 4.17 Resumen de datos generales en base a la propuesta de mejora.

PROPUESTA DE MEJORA																
DATOS DE LA TAREA Y RESUEN DE LA MEJORA																
Datos generales de la tarea			Definición del problema													
Empresa	Nantu Tamia		No existe un tiempo establecido para el proceso de confección, la carga laboral no esté adecuadamente distribuida y esto ocasiona un incumplimiento en pedidos.													
Dirección	Roca 5-18 entre Quito y Neptalí Ordoñez															
Localidad	Otavalo															
Teléfono																
Nombre de la tarea	Confección de vestidos															
Área -sección	Producción															
Cuadro de resumen de la tarea																
Descripción	Actual	Propuesta	Mejora	%												
Tiempo estandar (min/unid)	19,35	17,8	2	8%												
Total horas trabajadas (día)	24,1	22,24	1,9	8%												
Unidades /hora	6,84	8,99	2,2	31%												
Unidades /Turno	54,7	71,9	17,2	31%												
Unidades /mes	1094,4	1438,4	344,0	31%												
Total desplazamientos (m)	13	13	0,0	0%												
Descripción	Actual	Propuesta	Mejora	%												
Precio de venta unitario (\$/unidad)	\$ 8,79		\$ -	0%												
Coste de hora (\$/hora)	\$ 2,925	\$ 2,925	\$ -	0%												
Coste por unidad (\$/unidad)	\$ 3,89	\$ 2,96	\$ 0,93	24%												
Cantidad x Precio de venta unitario (\$/mes)	\$ 9.619,78	\$ 12.643,54	\$ 3.023,76	31%												
costo por unidad(\$/mes)	\$ 5.595,38	\$ 4.257,66	\$ 1.337,71	24%												
Ahorro	\$ 5.595,38	\$ 4.257,66	\$ 1.337,71	24%												
Clisificación de las operaciones	Actual	Propuesta	Mejora	%												
Total operaciones de valor añadido	21,53	20,07	1,46	7%												
Total operaciones de no valor añadido	2,7	2,4	0,3	11%												
Total desplazamientos	0,99	0,99	0	0%												
Totla almacenamientos	0,4	0,4	0	0%												
Total esperas	0	0	0	0%												
Total inspecciones	1,32	0,9	0,42	32%												
CdM	1,126	1,120	0,006	1%												
Productividad (monofactorial) unidades	6,84	8,99	2,150	31%												
Productividad multifactorial \$	0,89	1,18	0,30	34%												
% de Balance de línea	0,76	0,92	0,16	21%												
GRÁFICAS																
<p>TIEMPO EN CONFECCIÓN</p> <table border="1"> <caption>TIEMPO EN CONFECCIÓN</caption> <thead> <tr> <th>Indicador</th> <th>Actual</th> <th>Propuesta</th> <th>Mejora</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tiempo estandar (min/unid)</td> <td>19,35</td> <td>17,8</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Total horas trabajadas (día)</td> <td>24,1</td> <td>22,24</td> <td>1,9</td> </tr> </tbody> </table>					Indicador	Actual	Propuesta	Mejora	Tiempo estandar (min/unid)	19,35	17,8	2	Total horas trabajadas (día)	24,1	22,24	1,9
Indicador	Actual	Propuesta	Mejora													
Tiempo estandar (min/unid)	19,35	17,8	2													
Total horas trabajadas (día)	24,1	22,24	1,9													
<p>UNIDADES PRODUCIDAS</p> <table border="1"> <caption>UNIDADES PRODUCIDAS</caption> <thead> <tr> <th>Indicador</th> <th>Actual</th> <th>Propuesta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Unidades /hora</td> <td>6,84</td> <td>8,99</td> </tr> <tr> <td>Unidades /Turno</td> <td>54,7</td> <td>71,9</td> </tr> <tr> <td>Unidades /mes</td> <td>1094,4</td> <td>1438,4</td> </tr> </tbody> </table>					Indicador	Actual	Propuesta	Unidades /hora	6,84	8,99	Unidades /Turno	54,7	71,9	Unidades /mes	1094,4	1438,4
Indicador	Actual	Propuesta														
Unidades /hora	6,84	8,99														
Unidades /Turno	54,7	71,9														
Unidades /mes	1094,4	1438,4														
<p>COSTO POR CADA UNIDAD</p> <table border="1"> <caption>COSTO POR CADA UNIDAD</caption> <thead> <tr> <th>Indicador</th> <th>Actual</th> <th>Propuesta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Coste por unidad (\$/unidad)</td> <td>\$ 3,89</td> <td>\$ 2,96</td> </tr> <tr> <td>costo por unidad(\$/mes)</td> <td>\$ 5.595,38</td> <td>\$ 4.257,66</td> </tr> </tbody> </table>					Indicador	Actual	Propuesta	Coste por unidad (\$/unidad)	\$ 3,89	\$ 2,96	costo por unidad(\$/mes)	\$ 5.595,38	\$ 4.257,66			
Indicador	Actual	Propuesta														
Coste por unidad (\$/unidad)	\$ 3,89	\$ 2,96														
costo por unidad(\$/mes)	\$ 5.595,38	\$ 4.257,66														
Breve desarrollo de la mejora																
<p>Con la compra de la nueva máquina, se propone cambiar el método de trabajo en la operación de corte, así también un ajuste en la máquina de encarrujado para establecer una medida con el fin de evitar inspecciones innecesarias.</p>																
<p>Designar tareas para cada puesto de trabajo, con el fin de equilibrar las operaciones y como resultado lograr la producción de 72 vestidos diarios</p>																
Aceptación de la mejora																
Aprobado																
Fecha de Aprobación																
Aprobado por:																
Responsbles de implantación																
Plazo de implantación			3 semana													
Fecha de implantación																
Cuantificación de la Mejora esperada																
N° Unidades producidas /año			17260,8													
Ahorro esperado por unidad (\$/unidad)			\$ 0,93													
Ahorro mensual esperado (\$/unidad)			\$ 1.337,71													
Ahorro anual esperado (\$/unidad)			\$ 16.052,54													

CONCLUSIONES

La información referente a organización del trabajo sirvió como base teórica para realizar esta investigación, tras su análisis se aplicó la metodología de estudio de tiempos y movimientos en conjunto con herramientas de estudio del trabajo que permitieron aumentar la producción en la microempresa “NANTU TAMIA”.

Para conocer el escenario real del proceso productivo, se realizó el diagnóstico en el área de producción y los resultados muestran que el tiempo estándar para la confección de un vestido es 19,35 minutos, realizando 54,7 unidades por turno, y 1094,4 unidades mensuales, el costo por unidad es de 3,89 dólares, el porcentaje del balance de línea es del 76%, y la productividad es de 6,84 unidades por cada hora de trabajo.

La propuesta para la organización del trabajo permite aumentar la producción en el proceso productivo ya que el tiempo estándar para la confección de vestidos disminuye a 17,8 minutos, realizando 71,9 unidades por turno, dando un total de 1438,4 unidades mensuales, el costo por unidad se reduce a 2,96 dólares, el porcentaje de balance de línea aumento al 92%, la productividad se incrementó a 8,99 unidades por cada hora de trabajo, logrando percibir un ahorro de 1337,71 dólares mensuales y 16052,54 dólares anuales.

RECOMENDACIONES

Enviar algunos pedidos por encomienda para ocupar la mayor cantidad de tiempo del cortador dentro del proceso productivo, con de fin de mantener la productividad de la microempresa.

Realizar el estudio del trabajo a cada producto que oferta la microempresa, con la finalidad de conseguir mejoras de gran magnitud.

Colocar el producto terminado y producto en proceso en estantes con el fin de mantener los lugares de trabajo limpios y así aprovechar el máximo desempeño de los operarios en los puestos de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Abraham, C. J. (2008). *Manual de tiempos y movimientos: Ingeniería de métodos*. México D.F: Limusa S.A.
- Alvarez, F. C. (2010). *Organización del Trabajo, Modelos*. Madrid, España.
- Cruelles, J. A. (2013). *Mejora de Métodos y Tiempos de Fabricación*. En J. A. Cruelles, *Mejora de Métodos y Tiempos de Fabricación* (pág. 343). México: Alfaomega.
- E-Resources, T. a. (12 de 03 de 2012). *www.ingenieriaindustrialonline.com*. Obtenido de www.ingenieriaindustrialonline.com:
<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenier%C3%ADa-de-metodos/t%C3%A9cnicas-de-registro-de-la-informaci%C3%B3n/>
- Fernández, C. J. (2010). *Organización del trabajo, Modelos* . En C. J. Fernández, *Organización del trabajo, Modelos* (pág. 178). Madrid: BUBOCK PUBLISHING S.L.
- Freivalds, B. W. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Mexico D.F: McGraw-Hill.
- Galindez, A. M. (04 de 08 de 2004). *www.mailxmail.com*. Obtenido de www.mailxmail.com:
<http://www.mailxmail.com/curso-como-aumentar-productividad-lugar-trabajo-5-s/1-introduccion-metodologia-5s>
- García Criollo, R. (2005). *Estudio del trabajo*. Monterrey: McGRawHill.
- García, D. d. (2008). *Ingeniería de organización en la empresa: Dirección de operaciones*. Oviedo: Ediciones de la Universidad de Oviedo.
- González Rofriguez, L. (2008). *El perfeccionamiento de la organización del trabajo: una tarea impostergable*. La Habana, Cuba.

- Heizer, R. (2007). Administración de la Producción. En R. Heizer, *Administración de la Producción* (págs. 187-191). México: Pearson Education.
- Jay Heizer, & B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones*. México: Person Educación.
- José Agustín Cruelles. (2013). *Ingeniería Industrial, Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y mejora continua*. México D.F: Alfaomega Grupo edito, S.A.
- Kanawaly George. (2005). Introducción al estudio de trabajo. En G. Kanawaly, *George Kanawaly* (pág. 77). Ginebra: Organización Internacional del Trabajo.
- Marsán Castellanos, J. (2011). Organización del Trabajo. Estudio de tiempos. La Habana, Cuba.
- Meyers, F. E. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos. Para la manufactura ágil*. México: Person Educación.
- Niebel, A. F. (2014). Ingeniería Industrial de Niebel Métodos, estandares y diseño del trabajo . En A. F. Niebel, *Ingeniería Industrial de Niebel Métodos, estandares y diseño del trabajo* (pág. 548). México D.F: McGrawHill.
- Nieves Julbe, A. (2008). Organización del trabajo. Importancia y antecedentes. La organización del trabajo en Cuba. Holguín, Cuba.
- Nieves Julbe, H. A. (30 de marzo de 2009). *www.eumed.net*. Obtenido de *www.eumed.net*: <http://www.eumed.net/rev/cccss/03/jam.htm>
- Render, J. H. (2001). Dirección de la Producción. En J. H. Render, *Dirección de la Producción Desiciones Estratpegicas*.
- Reyes, R. (2014). Estudio de Organización del Trabajo en la ONAT del Municipio de HOLGUÍN. Holguín, Cuba.

Salazar López, B. (2012). *www.ingenieriaindustrialonline.com*. Obtenido de www.ingenieriaindustrialonline.com:
<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/selecci%C3%B3n-del-trabajo-y-etapas-del-estudio-de-tiempos/>

ANEXOS



Área de confección Microempresa Nantu Tamia



Material listo para realizar la operación unión de piezas



Mesa de trabajo



Mesa de corte



Operación corte de tela