



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE
AUTOMATIZACIÓN**

Tema:

**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA OPTIMIZAR LOS
PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA CORPORACIÓN IMPACTEX CIA.
LTDA. DEL CANTÓN AMBATO**

Trabajo de Titulación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

ÁREA: Industrial y Manufactura

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, Materiales y Producción

AUTOR: Kleber Fabian Gamboa Parra

TUTOR: Ing. José Luis Gavidia, Mg.

**Ambato - Ecuador
SEPTIEMBRE – 2022**

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación con el tema: ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA CORPORACIÓN IMPACTEX CIA. LTDA. DEL CANTÓN AMBATO, desarrollado bajo la modalidad de Proyecto de Investigación por el señor Kleber Fabian Gamboa Parra, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, septiembre 2022.

Ing. José Luis Gavidia, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA CORPORACIÓN IMPACTEX CIA. LTDA. DEL CANTÓN AMBATO es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, septiembre 2022.

Kleber Fabian Gamboa Parra

C.C. 180454550-5

AUTOR

APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Kleber Fabian Gamboa Parra, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA CORPORACIÓN IMPACTEX CIA. LTDA. DEL CANTÓN AMBATO), nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidenta del Tribunal.

Ambato, septiembre 2022.

Ing. Pilar Urrutia, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Franklin Salazar, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Israel Naranjo, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, septiembre 2022.

Kleber Fabian Gamboa Parra

C.C. 180454550-5

AUTOR

DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico con mucho amor a Dios, porque todas las cosas fueron hechas por medio de Él, y sin Él nada de lo que ha sido hecho, fue hecho. En Él estaba la vida, y la vida era la luz de los hombres.

Juan 1:3-4

Porque Jehová da la sabiduría, y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia. El provee de sólida sabiduría a los rectos: es escudo a los que caminan rectamente. Es el que guarda las veredas del juicio, Y preserva el camino de sus santos.

Proverbios 2:6-7

Kleber Fabian Gamboa Parra

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por su amor incondicional en el transcurso de toda mi vida, su apoyo y bendición me proporciona fuerza para luchar y alcanzar mis metas, son la luz de mi vida.

A mis hermanos, pilares importantes en el transcurso de mi vida, me han brindado su apoyo incondicional junto a una voz de aliento cuando lo he necesitado, su cariño sincero es el mejor regalo que Dios me ha entregado.

A la prestigiosa Universidad Técnica de Ambato, que me acogió en sus aulas y me permitió prepararme con la ayuda de sus docentes, MUCHAS GRACIAS.

A mis compañeros, con los cuales tuve la dicha de compartir vivencias en las aulas de clase y fuera de ellas, les deseo muchos éxitos en sus vidas profesionales.

A todo el personal que integra la corporación IMPACTEX, por el apoyo y confianza brindada para realizar la presente investigación.

Kleber Fabian Gamboa Parra

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
DERECHOS DE AUTOR.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTOS.....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xix
RESUMEN EJECUTIVO.....	xx
ABSTRACT.....	xxi
INTRODUCCIÓN.....	xxii
CAPITULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Tema de investigación.....	1
1.2. Antecedentes investigativos.....	1
1.2.1. Contextualización del problema.....	1
1.2.2. Fundamentación teórica.....	2
Estudio de tiempos y movimientos.....	2
Diagrama de flujo de proceso (cursograma sinóptico).....	3
Cursograma analítico.....	4
Número de observaciones “General Eléctrica”.....	5
Suplementos (S) por descanso sugeridos por la Organización Internacional del Trabajo (OIT).....	5
Escalas de valorización británica del ritmo de trabajo (Fd).....	8
Tiempo normal (TN).....	8
Tiempo estándar o tipo.....	8
Capacidad de producción (Cp).....	9
Método de control de inventarios ABC.....	9

Encuesta	10
Entrevista.....	11
Diagrama de flujo.....	11
Balance de líneas.....	11
Software de simulación FlexSim	14
1.3. OBJETIVOS.....	15
1.3.1. Objetivo general.....	15
1.3.2. Objetivos específicos	15
CAPÍTULO II	16
METODOLOGÍA.....	16
2.1. Materiales	16
2.2. Métodos	18
2.2.1. Modalidad de la investigación	18
2.2.2. Población y muestra	19
2.2.3. Recolección de información.....	19
2.2.4. Procesamiento y análisis de datos	22
CAPÍTULO III.....	23
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
3.1. Análisis y discusión de los resultados	23
3.1.1. Datos informativos de la empresa	23
Organigrama empresarial	25
3.1.2. Productos ofertados.....	26
3.1.3. Orden de producción	29
3.1.4. Producto de mayor demanda.....	31
Históricos de ventas	31
Análisis ABC	32
Selección del producto de mayor demanda.....	37
3.1.5. Entrevista y encuesta.....	38
3.1.6. Descripción de las actividades en la planta de producción	48
Área de corte	48
Área de confección.....	50
Área de control de calidad.....	55
Área de bodega.....	57

Recursos utilizados para la elaboración del bóxer BH 7021.....	57
3.1.7. Análisis del tiempo de permanencia de la materia prima por área en la corporación IMPACTEX.....	58
Determinación de área crítica en la corporación IMPACTEX	59
3.1.8. Estudio de tiempos	60
Flujograma del proceso	60
Planimetría del área de confección de la corporación IMPACTEX	63
Descripción del proceso productivo.....	64
Cursograma sinóptico del proceso actual: confección del bóxer BH 7021	65
Cursograma analítico del proceso actual: confección del bóxer BH 7021	66
Ratio de operaciones	68
Protocolo para calcular el tiempo estándar (<i>T_s</i>) para cada actividad.....	69
Resumen del tiempo estándar para cada actividad.....	72
Cálculo de la capacidad de producción por actividad.....	72
Balanceo actual de la línea de ensamble.....	73
Diagrama de recorridos actual	75
3.1.9. Simulación del estado actual del proceso con el software FlexSim.....	76
Lógica de la simulación	76
Determinación de las distribuciones para las actividades	77
Resultados de la simulación del proceso actual	84
3.1.10. Desarrollo de la propuesta de mejora para el área de confección	86
Diagrama de recorridos propuesto	87
Cursograma analítico propuesto.....	88
Ratio de operaciones	90
Estudio de tiempos propuesto	90
Resumen del tiempo estándar propuesto para cada actividad.....	92
Cálculo de la capacidad de producción propuesta para cada actividad	93
Balanceo propuesto de las líneas de ensamble.....	94
3.1.11. Simulación de la propuesta planteada con el software FlexSim	99
Parámetros iniciales para la simulación	99
Determinación de las distribuciones para las actividades analizadas	100
Resultados de la simulación del proceso propuesto	107
Factibilidad económica	109

3.1.12. Discusión de los resultados	109
Análisis de resultados en cuanto a los recorridos, actual vs. propuesto.....	109
Análisis de resultados en cuanto al balance de la línea de ensamble, actual vs. propuestos	110
Porcentaje de efectividad por actividad y total, actual vs. propuesta.....	111
Estado de las actividades, Actual vs. propuesta.....	112
Eficiencia del área de confección en torno a las condiciones actuales vs. Teórico propuesto-simulada propuesta	114
CAPITULO IV	115
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	115
4.1. Conclusiones.....	115
4.2. Recomendaciones	116
C. MATERIALES DE REFERENCIA	117
Referencias bibliográficas	117
Anexos	120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.-Símbolos del diagrama de flujo de proceso.....	3
Tabla 2.- Tabla propuesta por General Eléctric para el número de ciclos.	5
Tabla 3.-Suplementos OIT.....	7
Tabla 4.-Ritmos de trabajo según la escala de valoración británica.	8
Tabla 5.-Formulas para aplicar el método de balance de líneas.	13
Tabla 6.-Listado de Materiales.....	16
Tabla 7.-Número de operadores en la línea de producción.....	19
Tabla 8.-Actividades, métodos e instrumentos para el cumplimiento al objetivo uno.	20
Tabla 9.-Actividades, métodos e instrumentos para el cumplimiento al objetivo dos.	21
Tabla 10.-Actividades, métodos e instrumentos para el cumplimiento al objetivo tres	21
Tabla 11.-Matriz de datos informativos de la corporación IMPACTEX.....	24
Tabla 12.- Ubicación geográfica de la corporación.....	25
Tabla 13.-Control de producción.	30
Tabla 14.-Códigos de los productos ofertados.....	31
Tabla 15.- Históricos de ventas de los productos en docenas.....	31
Tabla 16.-Históricos de ventas de los productos en dólares.	33
Tabla 17.- Porcentaje de participación de cada código.....	34
Tabla 18.-Criterio ABC.....	35
Tabla 19.- Categorización de los productos según los criterios ABC.....	35
Tabla 20.- Resumen del método ABC de los históricos de ventas.	37
Tabla 21.-Producto seleccionado para el estudio.....	37
Tabla 22.- Descripción de la maquinaria.	58
Tabla 23.-Análisis a priori del tiempo de permanencia de la materia prima en cada área.....	58
Tabla 24.-Área crítica según el tiempo de permanencia de la materia prima.....	59
Tabla 25.-Población del área de confección.	60
Tabla 26.- Actividades para el conformado del bóxer BH 7021.....	64
Tabla 27.-Cursograma sinóptico del proceso actual: confección del BH 7021.....	65

Tabla 28.- Tiempos a priori para las actividades.	66
Tabla 29.- Cursograma analítico del proceso actual: confección del BH 7021.	67
Tabla 30.- Resumen del cursograma analítico.	68
Tabla 31.- Elección del número de observaciones.	69
Tabla 32.-Descripción del proceso actual para la actividad flaximer.	70
Tabla 33.-Observaciones actuales para la actividad flaximer.	70
Tabla 34.- Estimación actual de los suplementos “S” para la actividad flaximer.....	71
Tabla 35.-Valoración actual del ritmo de trabaja para la actividad flaximer.	71
Tabla 36.-Calculo del tiempo estándar para la actividad flaximer.	72
Tabla 37.-Tiempo estándar actual para cada actividad del área de confección.	72
Tabla 38.-Capacidad de producción actual para cada actividad del área de confección.	73
Tabla 39.-Determinación actual de las precedencias de las actividades.	73
Tabla 40.-Balance actual de la línea de ensamble del bóxer BH 7021.	74
Tabla 41.-Resumen del estudio de tiempos actual.	76
Tabla 42.-Resumen de las distribuciones para cada actividad, modelado actual.....	79
Tabla 43.- Recorridos propuestos para la confección del bóxer BH 7021.....	87
Tabla 44.-Cursograma analítico del proceso propuesto: confección del BH 7021....	89
Tabla 45.-Resumen del cursograma analítico propuesto.	90
Tabla 46.-Elección del número de observaciones para la propuesta de mejora.....	90
Tabla 47.- Descripción del proceso propuesto para la actividad flaximer.	91
Tabla 48.-Observaciones propuestas para la actividad flaximer.	91
Tabla 49.-Estimación propuestas de los suplementos "S" para la actividad flaximer.	91
Tabla 50.-Valoración propuesta del ritmo de trabaja de la actividad flaximer.	92
Tabla 51.-Tiempo estándar propuesto para cada actividad del área de confección. ..	92
Tabla 52.-Capacidad de producción propuesta para cada actividad del área de confección.	93
Tabla 53.-Capacidad de producción por jornada actual vs. propuesta.....	93
Tabla 54.-Determinación de las precedencias de las actividades.	94
Tabla 55.-Primera interacción propuesta para el balance del proceso analizado.....	95
Tabla 56.-Segunda interacción propuesta para el balance del proceso analizado.....	96
Tabla 57.- Tercera interacción propuesta para el balance del proceso analizado.	97

Tabla 58.-Resumen del estudio de tiempos actual.	100
Tabla 59.- Resumen de las distribuciones para cada actividad, modelado propuesto.	102
Tabla 60.-Costos de implementación de la propuesta.....	109
Tabla 61.-Análisis de resultados en cuanto a los recorridos.	109
Tabla 62.-Análisis de resultados en cuanto al balance de la línea de ensamble.	110
Tabla 63.-Análisis de la capacidad de producción por actividad.....	110
Tabla 64.-Porcentaje de efectividad de cada actividad.	111
Tabla 65.-Estado de las actividades.	112
Tabla 66.-Capacidad de producción.....	113
Tabla 67.-Capacidad de producción en torno a las condiciones actuales vs. Propuesta- simuladas.....	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Ejemplo de cursograma sinóptico.	4
Figura 2.-Ejemplo cursograma analítico.	4
Figura 3.-Estimaciones para el tiempo estándar.	6
Figura 4.-Suplementos propuesto por la OIT.....	7
Figura 5.-Grafica ABC o de Pareto.....	10
Figura 6.-Ejemplo de diagrama de flujo.	11
Figura 7.-Línea de fabricación vs. línea de ensamble.....	12
Figura 8.-Organigrama corporación IMPACTEX.	25
Figura 9.-Logo de los productos ofertados por la corporación IMPACTEX.....	26
Figura 10.-Colección MAO SLIM.....	26
Figura 11.-Colección MAO UNDERWEAR.....	27
Figura 12.-Colección MAO JR.	27
Figura 13.-Colección MAO KIDS.	28
Figura 14.-Colección MAO conjuntos deportivos.....	28
Figura 15.-Nuevas colecciones.	28
Figura 16.-Método grafico ABC de los históricos de ventas de la corporación IMPACTEX.	36
Figura 17.-Programación de pedidos.	48
Figura 18.-Plantilla para corte.....	49
Figura 19.-Tendido de tela.	49
Figura 20.-Corte de tela.....	49
Figura 21.-Clasificación y empaquetado de piezas.....	50
Figura 22.-Paquetes con el producto cortado.....	50
Figura 23.-Proceso de Marmeteo.	51
Figura 24.-Proceso de flaximer.	51
Figura 25.-Proceso de fundillo.....	51
Figura 26.-Proceso de patinado.....	52
Figura 27.-Proceso de colocado de elástico.	52
Figura 28.-Proceso volteo de bóxer.	52
Figura 29.-Proceso de recubierto de las piernas.....	53
Figura 30.-Proceso de etiquetado.....	53

Figura 31.-Proceso de pulido.	53
Figura 32.-Proceso de corte de elástico.....	54
Figura 33.-Proceso de cosido de elástico.	54
Figura 34.-Proceso de revisión del producto.....	55
Figura 35.-Proceso de surtido.	55
Figura 36.-Proceso de doblado.....	56
Figura 37.-Proceso de colocado de caja.....	56
Figura 38.-Proceso de colocado de sobre.....	56
Figura 39.-Proceso de enfundado.....	57
Figura 40.-Diagrama de flujo del proceso.....	61
Figura 41.-Diagrama de flujo área de confección.....	62
Figura 42.-Layout del área de confección de la corporación IMPACTEX.....	63
Figura 43.-Diagrama de precedencia actual.....	74
Figura 44.-Diagrama de recorridos actual para la confección del bóxer BH 7021...	75
Figura 45.-Lógica de simulación del proceso de confección del bóxer BH 7021. ...	76
Figura 46.-Números aleatorios para la actividad flaximer, modelado actual.	77
Figura 47.-Evaluación relativa de las distribuciones que mejor se ajustan a la actividad flaximer, modelado actual.....	77
Figura 48.-Prueba de Anderson-Darling para la distribución obtenida de la actividad flaximer, modelado actual.....	78
Figura 49.-Histograma de densidad de los datos obtenidos para la actividad flaximer, modelado actual.	78
Figura 50.-Parámetros para simulación de la actividad flaximer, modelado actual.	78
Figura 51.-Ingreso de la distribución para la actividad flaximer, modelado actual..	79
Figura 52.-Ingreso de la distribución para la actividad fundillo, modelado actual...	80
Figura 53.-Ingreso de la distribución para la actividad patinadores (corte de hilachos), modelado actual.	80
Figura 54.-Ingreso de la distribución para la actividad elastizado, modelado actual.	81
Figura 55.-Ingreso de la distribución para la actividad volteo de bóxer, modelado actual.....	81
Figura 56.-Ingreso de la distribución para la actividad recubierto de piernas, modelado actual.....	82

Figura 57.-Ingreso de la distribución para la actividad etiquetado, modelado actual.	82
Figura 58.-Ingreso de la distribución para la actividad pulido, modelado actual.	83
Figura 59.-Ingreso de la distribución para la actividad conteo, modelado actual.....	83
Figura 60.-Diseño del área de confección de la corporación IMPACTEX, modelado actual.	84
Figura 61.-Producto total terminado, modelado actual.	84
Figura 62.-Capacidad de producción por actividad, modelado actual.	85
Figura 63.-Porcentaje de la carga de producción, modelado actual.....	85
Figura 64.-Estado de las actividades en la jornada de trabajo, modelado actual.	86
Figura 65.-Diagrama de recorrido propuesto para la confección del bóxer BH 7021.	88
Figura 66.-Diagrama de precedencia de la primera interacción.	94
Figura 67.-Diagrama de precedencia de la segunda interacción.....	96
Figura 68.-Diagrama de precedencia de la tercera interacción.	97
Figura 69.-Organización de las máquinas según la interacción tres.	98
Figura 70.-Diagrama de flujo de la lógica de simulación del proceso de confección del bóxer BH 7021.	99
Figura 71.-Generación de números aleatorios en Excel para la actividad flaximer, modelado propuesto.	100
Figura 72.-Evaluación relativa de los modelos que mejor se ajustan a la actividad flaximer, modelado propuesto.....	100
Figura 73.-Prueba de Anderson-Darling para la distribución obtenida de la actividad flaximer, modelado propuesto.....	101
Figura 74.-Histograma de densidad de los datos obtenidos para la actividad flaximer, modelado propuesto.	101
Figura 75.-Parámetros para simulación de la actividad flaximer, modelado propuesto.	101
Figura 76.-Diseño del área de confección de la corporación IMPACTEX, modelado propuesto.	102
Figura 77.-Ingreso de la distribución para la actividad flaximer, modelado propuesto.	103

Figura 78.-Ingreso de la distribución para la actividad fundillo, modelado propuesto.	103
Figura 79.-Ingreso de la distribución para la actividad patinadores (corte de hilachos), modelado propuesto.	104
Figura 80.-Ingreso de la distribución para la actividad elastizado, modelado propuesto.	104
Figura 81.-Ingreso de la distribución para la actividad volteo de bóxer, modelado propuesto.	105
Figura 82.-Ingreso de la distribución para la actividad recubierto de piernas, modelado propuesto.	105
Figura 83.-Ingreso de la distribución para la actividad etiquetado, modelado propuesto.	106
Figura 84.-Ingreso de la distribución para la actividad pulido, modelado propuesto.	106
Figura 85.-Producto total terminado, modelado propuesto.....	107
Figura 86.-Porcentaje de la carga de producción, modelado propuesta.....	107
Figura 87.-Capacidad de producción por actividad, modelado propuesto.....	108
Figura 88.-Estado de las actividades en la jornada de trabajo, modelado propuesta.	108
Capacidad de producción y eficiencia en torno a las condiciones actuales vs. Teórico- simuladas.....	113
Capacidad de producción y eficiencia en torno a las condiciones actuales vs. Teórico propuesto-simuladas propuesto.....	114

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.-Encueta realizada al personal del área de confección.	120
Anexo 2.-Layout de recorridos propuesto.....	122
Anexo 3.-Tiempo estándar para todas las actividades, método actual.....	123
Anexo 4.-Parámetros para la simulación de todas las actividades, modelado actual.	123
Anexo 5.- Tiempo estándar para todas las actividades, método propuesto.	125
Anexo 6.- Parámetros para la simulación de todas las actividades, modelado propuesto.	125
Anexo 7.-Layout de recorridos propuesto con el balance de líneas.....	127

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo principal plantear una propuesta de mejora en la línea de producción que confecciona el producto estrella de la corporación IMPACTEX de la ciudad de Ambato, empresa dedicada principalmente a la confección de ropa íntima para dama, caballero y niños.

La investigación realizada tuvo un enfoque metodológico cuali-cuantitativo, de carácter cualitativo porque se realizó una observación directa para obtener datos informativos de la corporación, por otro lado, en el enfoque cuantitativo se determinó el producto estrella con un análisis ABC, después se realizó la toma de tiempos de cada actividad necesaria para la confección del producto y se determinó el área crítica donde se realizó un estudio de tiempos y movimientos, con lo cual se determinó el flujo de la materia prima, el tiempo estándar y finalmente la capacidad de producción de cada actividad.

Con el tiempo estándar calculado para cada actividad, se procedió a determinar una propuesta de mejora utilizando herramientas de ingeniería, se eliminaron transportes innecesarios para en lo posterior realizar un balance de líneas de ensamble, donde se equilibraron los tiempos efectivos de cada operador y se maximizó la producción.

Como resultado de la eliminación de transportes innecesarios se obtuvo una mejora del 23% en el ratio de operación, en cuanto al balance de líneas se obtuvo un incremento en la producción en 57 docenas de producto terminado por jornada de trabajo, con un equilibrio en la carga de producción del 35% demostrando la factibilidad de implantar la mejora propuesta.

Los datos de la propuesta de mejora planteada fueron validados mediante el software de simulación FlexSim, corroborando los beneficios que se obtendrían con la eliminación de los transportes innecesarios y balanceando la línea de ensamble en el área de confección de la corporación IMPACTEX.

Palabras clave: suplementos, desempeño, tiempo, estándar, capacidad, producción, balance, ensamble, simulación.

ABSTRACT

The main objective of this degree work is to propose an improvement proposal in the production line that manufactures the star product of the IMPACTEX corporation in the city of Ambato, a company dedicated mainly to the manufacture of intimate apparel for women, men and children.

The research carried out had a quali-quantitative methodological approach, of a qualitative nature because direct observation was carried out to obtain informative data from the corporation, on the other hand, in the quantitative approach the star product was determined with an ABC analysis, then the times of each activity necessary for the manufacture of the product were taken and the critical area was determined where a study of times and movements was carried out, with which the flow of the raw material, the standard time and finally the production capacity of each activity was determined.

With the standard time calculated for each activity, we proceeded to determine a proposal for improvement using engineering tools, unnecessary transports were eliminated in order to subsequently carry out a balance of assembly lines, where the effective times of each operator were balanced and production was maximized.

As a result of the elimination of unnecessary transports, an improvement of 23% in the operating ratio was obtained, as for the balance of lines, an increase in production of 57 dozens of finished product per workday was obtained, with a balance in the production load of 35%, demonstrating the feasibility of implementing the proposed improvement.

The data of the proposed improvement was validated using FlexSim simulation software, corroborating the benefits that would be obtained with the elimination of unnecessary transports and balancing the assembly line in the IMPACTEX corporation's apparel area.

Keywords: supplements, performance, time, standard, capacity, production, balance, assembly, simulation.

INTRODUCCIÓN

Desde hace 23 años, la Corporación IMPACTEX se dedica a la confección de ropa interior y deportiva para dama, caballero y niño en su planta de producción con maquinaria moderna y mano de obra calificada, donde el bóxer BH 7021 genera mayor demanda entre los consumidores de la marca, no obstante, confecciona otros modelos de gran importancia. Esta es una empresa con capital ecuatoriano que beneficia a más de treinta familias con empleos directos.

La Corporación IMPACTEX cubre una importante parte del mercado tungurahuese y ecuatoriano enfocándose en las personas de clase media alta y baja, tiene expectativas de crecimiento, en la actualidad cuenta con participación en el mercado internacional más en concreto en Estado Unidos, México y Canadá con su línea de producto MAO con la cual desean llegar a más mercados en la región.

Para aumentar su intervención en el mercado, la empresa pretende dar el primer paso realizando estudios de tiempos y movimientos para obtener una mejor planificación y control de sus procesos productivos y así mejorar la calidad y cantidad de sus productos para alcanzar una alta competitividad frente a sus competidores.

La importancia del estudio de tiempos y movimientos, radica en adquirir un mayor conocimiento y contribuir a diferentes campos donde se puede mejorar un proceso según el punto de vista del esfuerzo humano realizado, el uso de materias primas, la energía consumida y la calidad del producto final, procurando que el rendimiento de cada producto y su eficacia repercutan favorablemente para aumentar la producción sin tener que dedicar más esfuerzo ni tiempo para lograr el objetivo final [1].

Para la concepción del presente proyecto de titulación se analiza en primera instancia toda la gama de productos ofertados por la corporación y se determinara el producto de mayor demanda, el cual es el más apeteído por los clientes, en lo posterior se analizan las áreas de producción con el fin de localizar el área crítica y realizar un estudio de tiempo y movimientos para conocer el estado actual en el área , teniendo como resultado que dicho producto en el área, carece de estándares de tiempo para su conformado y por ende no se puede medir la productividad del proceso y mucho menos del operario.

El Capítulo I, pormenoriza al Marco Teórico, en donde se plasma el tema de investigación y se contextualiza el problema de la CORPORACIÓN IMPACTEX CIA LTDA, se realiza una fundamentación teórica adecuada según las necesidades de la investigación, para finalmente definir los objetivos los cuales se desarrollarán en el transcurso del proyecto.

El Capítulo II, pormenoriza la Metodología, en primera instancia se describen todos los materiales necesarios para la concepción del proyecto de investigación, en segunda instancia se describen los Métodos que hacen referencia a la modalidad de la investigación, población y muestra, recolección de información, procesamiento y análisis de datos obtenidos en la corporación.

El Capítulo III, pormenoriza los resultados y discusión, se describe el estado actual de los procesos en la empresa, las distintas áreas que conforman la línea de producción de toda la variedad de productos, en lo posterior realizar un análisis para determinar el producto con mayor demanda y se toma los tiempos y movimientos de cada proceso ligados a la conformación del mismo, por último se desarrolla la propuesta de mejora con la cual la corporación IMPACTEX optimizara sus recursos y mejora la producción en torno a su producto con mayor demanda.

El Capítulo IV, pormenoriza las Conclusiones y Recomendaciones del proyecto de investigación de acuerdo a análisis realizado en la Corporación IMPACTEX CIA LTDA

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Tema de investigación

ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA CORPORACIÓN IMPACTEX CIA LTDA DEL CANTÓN AMBATO.

1.2. Antecedentes investigativos

1.2.1. Contextualización del problema

A nivel global, las empresas intentan convertirse en líderes en el sector en el que se desarrollan, buscando así formas y métodos con los cuales les permita producir sin dilación y eliminar operaciones que no aporten valor al producto o servicio, por lo que surge la necesidad de centrar esfuerzos para alcanzar la máxima productividad, eficacia y eficiencia en todos los procesos, enfocándose en priorizar estudios de trabajo para afianzar su supervivencia en el mercado sin que esta se vea comprometida [1].

Los procesos de fabricación textil se estiman actualmente en 1,1 billones de dólares y representa casi el 1,8 % del PIB mundial [2]. Según Wazirs, se preveé para el año 2025 un crecimiento en la demanda mundial de prendas de vestir. Esto se reflejará en el precio y en el volumen. Se estima que a largo plazo la inflación de precios minoristas mundiales crecerá en un 3% anual, es por esto que habrá que invertir para mejorar la infraestructura de fabricación existente, mejorar los métodos de conformación del producto, eliminar desperdicios y tiempos improductivos para obtener resultados óptimos y poder mantenerse en carrera en el mercado tan competitivo como es el textil [3].

A partir del advenimiento de las industrias textiles, curtiembres, tecnológicas y de alimentos, la aplicación del estudio de tiempos y movimientos se ha convertido en un concepto manejado a nivel global en los procesos de producción, los mismo que involucran ma

quinarias, equipos, recursos humanos, con dicha herramienta se logra estimar el rendimiento de los operadores encargados de realizar las operaciones necesarias para la conformación del producto y sobre todo aprovechar al máximo la capacidad de producción de la planta, logrando alcanzar una mayor competitividad en los mercados de alta demanda [4].

En Ecuador, la industria textil ha experimentado un crecimiento notable, puesto que tiene un enorme potencial de sustitución de importaciones, este sector productivo ofrece infinidad de productos, impulsando a ser más competitivos e incrementar su producción, es por ello que el sector textil debe priorizar en el análisis de tiempos y movimientos para optimizar los recursos, disminuir tiempos ociosos y maximizar la productividad, por ende, se pueda llegar a ser líderes empresariales [5].

En la provincia de Tungurahua la tercera principal actividad productiva se encuentra en el ramo textil, específicamente en la "confección de ropa para hombre, mujer, niños y bebés: ropa de abrigo, interiores, ropa de dormir, vestuario diario y formal, de trabajo (uniformes) y deportivo (perneras, porteros, shorts.) "; Esta industria es la tercera de la provincia que genera más empleo. En Ecuador, y en Tungurahua en particular la industria textil y de la confección se fortalecen con toda una infraestructura de empresas proveedoras de insumos y servicios, que en conjunto conforman todo el "cluster textil y confección" [6].

Por su parte, la industria de la confección se abastece tanto de la adquisición de tejidos de producción nacional como de tejidos importados, complementos necesarios en el sector, como hilados especiales (hilos de coser), herrajes, cierres y botones, en un alto porcentaje son importados, no existen empresas locales que suministren dentro de ciertos límites de calidad y surtido [6].

De las 272 empresas textiles registradas en el país, Tungurahua ocupa el segundo lugar con el 19%. Según la Cámara de la Pequeña Industria de Tungurahua (CAPIT), que cuenta con 127 miembros, de estos 21 son productores de diversos tipos de prendas de vestir; se estima que de este subtotal solo 5 empresas tienen 150 máquinas, 10 empresas tienen entre 50 y 100 máquinas, 5 empresas tienen entre 20 y 50 máquinas y el 40% restante tiene menos de 20 máquinas. Según la misma fuente, el 33% de las

empresas utiliza el 100% de la capacidad instalada, el 67% utiliza el 75% de la capacidad instalada [6].

La corporación IMPACTEX Cia Ltda es una empresa afianzada en el mercado textil a nivel nacional, con proyecciones de llegar a mercados internacionales con su catálogo de ropa íntima y deportiva para dama, caballeros y niños, el aumento significativo de empresas competidoras ha motivado a la empresa a reforzar su competitividad y por ende a palpado la necesidad de realizar un estudio de tiempos y movimientos para maximizar su producción reduciendo los tiempos improductivos que no agregan valor al producto.

La corporación hace algún tiempo atrás, realizo un estudio de tiempos y movimientos, estudio que benefició estandarizando los tiempos de producción de su producto BH 1060, mejoro los recorridos de la materia prima entre máquinas, además, elimino/disminuyo tiempos improductivos que no generan valor al producto, obteniendo como resultados una mejor capacidad de producción, con una adecuada distribución de las actividades y menores pérdidas de tiempo entre procesos.

Con todo lo anterior expuesto, el presidente de la corporación palpo la necesidad de realizar un nuevo estudio de tiempos y movimientos para obtener nuevos estándares de tiempo en la producción de su producto con mayor demanda mejorando la capacidad de producción al optimizar los recursos humanos, materias primas, maquinaria, generando desperdicios mínimos de tiempo y disminuyendo al máximo las operaciones que no agregan valor al producto.

1.2.2. Fundamentación teórica

Estudio de tiempos y movimientos

El análisis de tiempos y movimientos es un instrumento para la medición del trabajo usada exitosamente a partir de finales del Siglo XIX, cuando fue propuesta por Taylor.

Estudio de tiempos: El análisis de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos de trabajo y ocupaciones que corresponden a las operaciones de una labor determinada, efectuada en condiciones determinadas, para examinar los datos y poder calcular el tiempo solicitado y hacer la labor según un






procedimiento de ejecución predeterminado. Su finalidad se apoya en entablar medidas o reglas de rendimiento para la ejecución de una labor [7].

Estudio de movimientos: Además denominado análisis de procedimientos de una labor, es la indagación sistemática de las operaciones que la conforman, su tipología, materiales y herramientas usadas. El análisis de procedimientos divide y desglosa la labor en una sección razonable de operaciones. Tal se entiende mejor cómo se realiza la labor, y de esta modalidad sirve para unir un procedimiento operatorio para todos los implicados en su ejecución. Además, es el punto de inicio para su optimización, si bien se hace percibir que el producido de explicar un procedimiento operatorio ya es en sí una optimización, posiblemente la más relevante [7].

Diagrama de flujo de proceso (cursograma sinóptico)

Diagrama que muestra las principales actividades y controles del proceso. Permite un registro rápido y superficial de todo el proceso antes de un estudio detallado, documentando cómo se llevaron a cabo las principales actividades y controles. La tabla 1, muestra los símbolos que se utilizan para la elaboración del cursograma [8].

Tabla 1.-Símbolos del diagrama de flujo de proceso.

Símbolo	Descripción	Actividad indicada	Significado
	Círculo	Operación	Ejecución de un trabajo en una parte del producto.
	Cuadrado	Inspección	Utilizado para trabajo de control de calidad.
	Flecha	Transporte	Movimiento de un lugar a otro o traslado de un objetivo.
	Triángulo invertido	Almacenamiento	Utilizado para almacenar a largo plazo.
	D grande	Retraso o demora	Cuando no se permite el flujo inmediato de una pieza a la siguiente estación.

La figura 1, muestra un ejemplo de un cursograma que muestra el proceso de costura del cabello en una muñeca. [8].

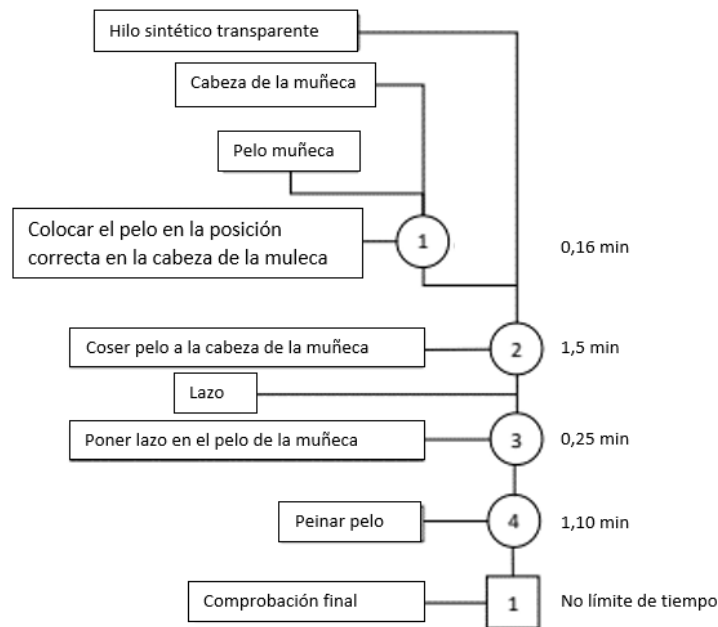


Figura 1.- Ejemplo de cursograma sinóptico.

Cursograma analítico.

El diagrama representa todas las acciones (operación, transporte, prueba, espera y almacenamiento) que tienen lugar durante el desarrollo del trabajo, representando así la trayectoria del producto e incluyendo el tiempo requerido para cada acción y distancia recorrida. Este diagrama tiene un mayor nivel de detalle que el diagrama sinóptico porque captura una mayor cantidad de información, que luego se puede utilizar para mejorar el proceso, como se puede observar en la figura 2, [9].

Descripción	Cantidad (Kg)	Tiempo (min)	Distancia (m)	Símbolo					
				○	□	D	⇄	▽	
Recepción de la materia prima	100	10,5		●					
Inspección de documentación y de la materia prima		5							
Introducción de la recepción en el sistema informático		2							
Transporte al almacén de materia prima		12,2	10						
Almacenamiento de la materia prima		6							
Preparación de la materia prima para la orden de fabricación	75	25							
Transporte de los materiales para la orden de fabricación		5,3	4,5						
Espera de la fabricación de la orden en la línea de producción		180							
Montaje del producto final de la orden de fabricación		75							
Embalaje del producto final		64							
Transporte del producto final de carga		9,6							

Figura 2.-Ejemplo cursograma analítico.

Un cursograma analítico se puede fundamentar en 3 posibilidades:

- Cursograma de operario: Se registra todo lo que lleva a cabo el trabajador

- Cursograma de material: Se registra todas las acciones que se le hacen al material.
- Cursograma de equipo: Se registra todo el trabajo que se realiza desde la óptica del equipo (cómo se usa el equipo) [10].

Número de observaciones “General Eléctrica”

Es un procedimiento que instituye el número de ciclos necesarios para realizar las observaciones de un proceso en función de la duración de los mismos, para eso, la compañía estableció unos estándares (tabla 2), con los valores aproximados al número de ciclos a observar [10] [11].

Tabla 2.- Tabla propuesta por General Eléctric para el número de ciclos.

TIEMPO DE CICLO (MINUTOS)	NUMERO DE CICLOS QUE CRONOMETRAR
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
4,00 – 5,00	15
5,00 – 10,00	10
10,00 – 20,00	8
20,00 – 40,00	5
Mas de 40,00	3

Suplementos (S) por descanso sugeridos por la Organización Internacional del Trabajo (OIT)

Al igual que en la fase de valoración del ritmo de trabajo, la etapa que corresponde a la decisión de suplementos es demasiado sensible en el análisis de tiempos, puesto que en este periodo es preciso del mayor nivel de objetividad por parte del especialista y una evidente claridad en su sentido de justicia. En la fase de valoración del ritmo de trabajo se conoce el tiempo básico o normal del trabajo, si con este tiempo calculamos la proporción de producción estándar que se debería obtener a lo largo de un tiempo dado, en una etapa instantánea de observación nos encontraríamos con que difícilmente se logre conseguir este estándar [12]. La anterior confirmación despertaría

un estudio de las razones de la fallida estimación de producción, y lo más factible que esté es que:

- Existan causas asignables al trabajador.
- Existan causas asignables al trabajo estudiado.
- Existan causas no asignables.

Debería preverse un suplemento de tiempo para que el trabajador logre ocuparse de sus necesidades individuales y quizá haya que adicionar al tiempo esencial otros suplementos más como se puede observar en la figura 3, [12].

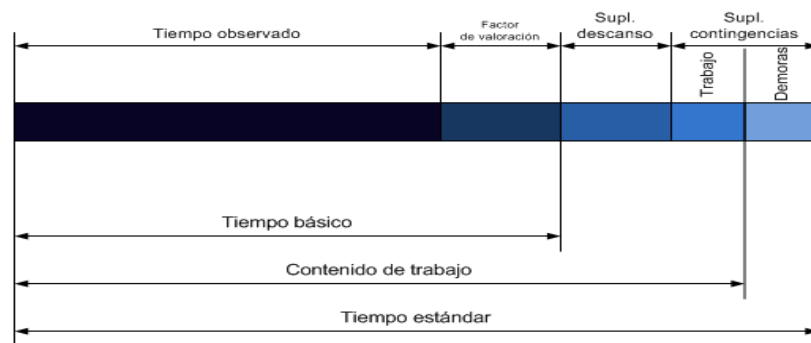


Figura 3.-Estimaciones para el tiempo estándar.

- **Clasificación de suplementos**

Los suplementos que se pueden conceder en un estudio de tiempos se pueden clasificar a grandes rasgos en:

- Suplementos fijos (Necesidades personales)
- Suplementos Variables (Fatiga básica) y
- Suplementos especiales.

No obstante, hay una categorización más descriptiva iniciada por la Organización Internacional del Trabajo para segmentar los suplementos, de la misma forma que se muestra en la figura 4, [12].

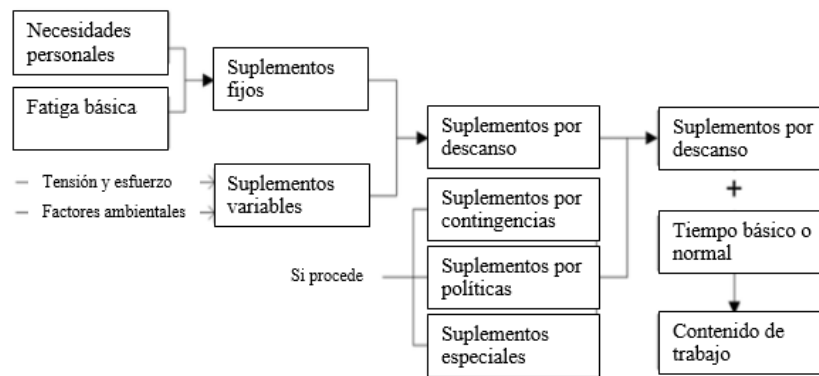


Figura 4.-Suplementos propuesto por la OIT.

De la misma forma que se puede valorar en la figura 4, los suplementos por descanso son la exclusiva parte sustancial del tiempo que se incorpora al tiempo elemental. Los otros suplementos solo se utilizan bajo ciertas condiciones [12].

Tabla de suplementos de la OIT

Tabla 3.-Suplementos OIT.

SUPLEMENTOS CONSTANTES		HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES		HOMBRE	MUJER
Necesidades personales		5	7	e) Condiciones atmosféricas			
Básico por fatiga		4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (milicalorías/cm2/segundo)			
SUPLEMENTOS VARIABLES		HOMBRE	MUJER	16	0		
a) Trabajo de pie				14	0		
Trabajo se realiza sentado(a)		0	0	12	0		
Trabajo se realiza de pie		2	4	10	3		
b) Postura normal				8	10		
Ligeramente incómoda		0	1	6	21		
Incómoda (inclinación del cuerpo)		2	3	5	31		
Muy incómoda (Cuerpo estirado)		7	7	4	45		
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)				3	64		
Peso levantado por kilogramo				2	100		
2,5		0	1	f) Tensión visual			
5		1	2	Trabajos de cierta precisión			
7,5		2	3	Trabajos de precisión o fatigosos			
10		3	4	Trabajos de gran precisión			
12,5		4	6	g) Ruido			
15		5	8	Sonido continuo			
17,5		7	10	Sonidos intermitentes y fuertes			
20		9	13	Sonidos intermitentes y muy fuertes			
22,5		11	16	Sonidos estridentes			
25		13	20 (máx)	h) Tensión mental			
30		17		Proceso algo complejo			
33,5		22		Proceso complejo o de atención dividida			
d) Iluminación				Proceso muy complejo			
Ligeramente por debajo de la potencia calculada		0	0	i) Monotonía mental			
Bastante por debajo		2	2	Trabajo monótono			
Absolutamente insuficiente		5	5	Trabajo bastante monótono			
				Trabajo muy monótono			
				j) Monotonía física			
				Trabajo algo aburrido			
				Trabajo aburrido			
				Trabajo muy aburrido			

Escalas de valorización británica del ritmo de trabajo (Fd)

Según la OIT, es el rendimiento que obtienen naturalmente y sin forzarse los trabajadores calificados, como promedio de la jornada o turno, siempre que conozcan y respeten el método especificado y que se los haya motivado para aplicarse [13].

La valoración británica tiene una escala y se la puede observar en la tabla 4, [14].

Tabla 4.-Ritmos de trabajo según la escala de valoración británica.

0% al 100%	Descripción del desempeño	Velocidad de marcha (km/h)
0	Actividad nula	
50%	Es un obrero muy lento, realiza movimientos torpes e inseguros, el operador parece estar medio dormido.	3,2
75%	Constante, resuelto y sin prisa, como un operador no pagado a destajo, pero es vigilado y dirigido.	4,8
100% (ritmo tipo)	Obrero calificado promedio; es activo y capaz, pagado a destajo.	6,4
125%	Muy rápido; el operador realiza las actividades con mucha seguridad, coordinación y destreza, está en gran porcentaje arriba de un operador calificado promedio	8,0
150%	Extremadamente rápido; esfuerzo y concentración intensos, probabilidad de durar periodos largos casi nula. Actuación que es alcanzada por muy pocos trabajadores.	9,6

Tiempo normal (TN)

La definición de tiempo normal (TN), se explica como el tiempo solicitado por el operario usual o estándar para hacer la operación una vez que labora con rapidez estándar, si ninguna demora por causas particulares o situaciones inevitables [15].

Tiempo estándar o tipo

Con el tiempo básico o normal y determinado los tiempos suplementarios constantes y variables, se determina el tiempo estándar o también llamado tiempo tipo [16].

Se calcula con la formula presente en la ecuación 1:

$$T_S = T_N * (F_d + S) \quad (1)$$

Donde:

TS= tiempo estándar

TN= tiempo normal

Fd= factor de desempeño por lo general 100%

S= suplementos

Capacidad de producción (Cp)

La capacidad de producción es el techo de máxima obtención de bienes y servicios que pueden lograrse por unidad productiva durante un periodo de tiempo acotado [17].

Se calcula con la formula presente en la ecuación 2:

$$C_p = \frac{1}{T_s} \quad (2)$$

Donde:

Cp= capacidad de producción

Ts= tiempo estándar

Método de control de inventarios ABC

El manejo de inventario ABC es una herramienta que permite establecer relaciones entre productos o recursos, sus precios unitarios y sus necesidades; determina el valor de los artículos para priorizarlos en orden descendente, optimizando así tu gestión de inventario y logrando mejores decisiones [18].

Este análisis es importante y ampliamente utilizado en el control y la gestión de inventarios, ya que es una herramienta para identificar los materiales que necesitan más atención. Por lo tanto, para realizar un buen análisis ABC, es necesario definir el período de análisis y estimar adecuadamente las provisiones, así como los datos históricos del período que se analiza [18]. El uso del inventario ABC en una empresa comienza con la división de bienes en grupos de la siguiente manera:

1. Los artículos de la categoría "A", son los que la empresa ha invertido más, representando alrededor del 20% del inventario, representando el 90% del capital de inversión. Estos son los productos más costosos o que giran más lentamente en el inventario. Es importante evitar grandes reservas de estos artículos [19].
2. Los artículos de la categoría "B", aquellos que igualan la próxima inversión en términos de valor. Cubren el 30% de los rubros que requieren una inversión del 8%. Debe aplicarse un nivel moderado de control administrativo [18].
3. Los artículos de la categoría "C", generalmente corresponden a la inversión más pequeña en una gran cantidad de artículos. Comprende aproximadamente el 50% del inventario total, pero solo el 2% de la inversión en inventario de una empresa. Es importante tomar menos recursos para procesar estos artículos [18].

La figura 5, muestra la gráfica de los ítems según el análisis ABC que se realice.

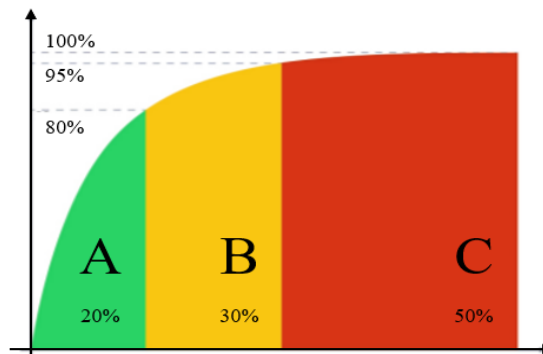


Figura 5.-Gráfica ABC o de Pareto

Encuesta

En la investigación social, la encuesta es vista principalmente como un método de recolección de datos a través de la entrevista de entidades, cuyo propósito es obtener sistemáticamente indicadores conceptuales a partir de un tema de investigación previamente desarrollado. La recolección de datos se realiza mediante cuestionarios y protocolos de interrogatorio realizados entre una población o una muestra amplia mediante entrevista en la que el sujeto anónimo es el Rasgo [19].

Entrevista

Las entrevistas son técnicas para recopilar datos a través de una conversación directa entre el entrevistador y el encuestado. Tiene el mismo propósito que la encuesta: recolectar información, pero aquí la interacción es individual. En este método, las respuestas se dan y contestan oralmente [20].

Diagrama de flujo

Es un diagrama que describe gráficamente las diversas actividades que componen un proceso o parte de él, estableciendo su orden cronológico. Dependiendo del formato o propósito, puede contener información adicional sobre cómo se realiza la actividad, las rutas que realizan las personas, las formas, la distancia recorrida, el tiempo [21].

La figura 6, muestra un ejemplo de cómo conformar un diagrama de flujo.

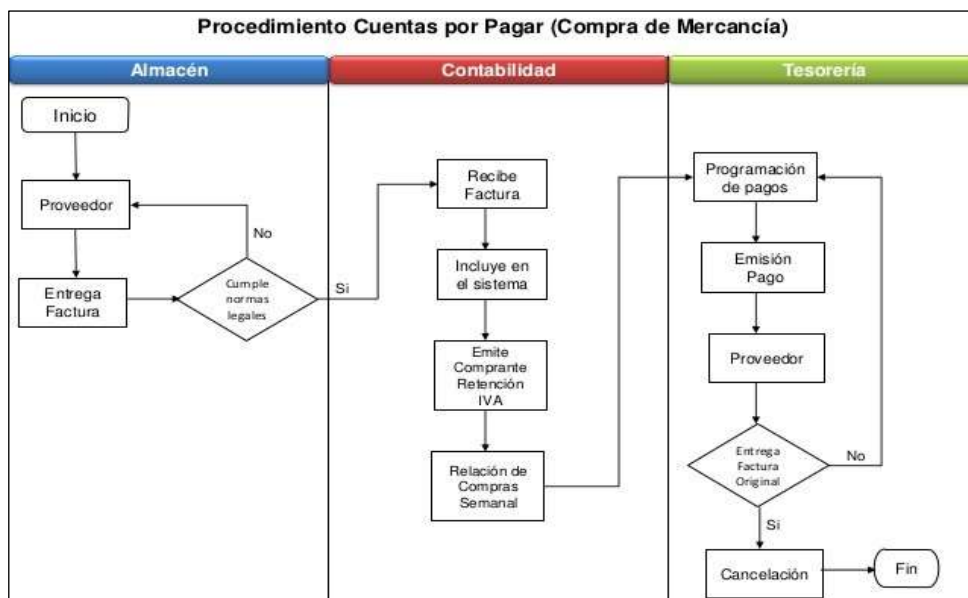


Figura 6.-Ejemplo de diagrama de flujo.

Balance de líneas

El balance o equilibrio de la línea es un factor importante para el desempeño de la empresa, su objetivo es encontrar distribución adecuada de recursos para asegurar un flujo constante y uniforme de producto a través de los diversos procesos en la planta, buscando regular el tiempo de trabajo en todos los lugares, aprovechando al máximo el espacio de trabajo y el equipo de trabajo, reduciendo o eliminando así el tiempo de inactividad [22].

Deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica:

- Cantidad. - La escala o cantidad de producción debe ser suficiente para equipar la línea de preparación. Es decir, hay que tener en cuenta el coste de preparación de la línea y el ahorro que puede suponer sobre el volumen de producción esperado (teniendo en cuenta el tiempo del proceso) [22].
- Continuidad. - Se deben tomar precauciones para garantizar un suministro continuo de materiales, piezas y ensamblajes y para evitar fallas en el equipo [22].
- Equilibrio. - Cuando se utiliza esta herramienta, se inicia en un momento específico. La variación es un fenómeno inherente a los procesos, por lo que es muy probable que en la práctica los resultados reales no coincidan con los resultados teóricos [22].

Línea de fabricación y línea de ensamble

La línea de producción incluye la línea de fabricación y la línea de ensamble. La línea de fabricación tiene como objetivo fabricar elementos, mientras que la línea de ensamblaje tiene como objetivo juntar elementos en unidades más grandes, como se puede observar en la figura 7.

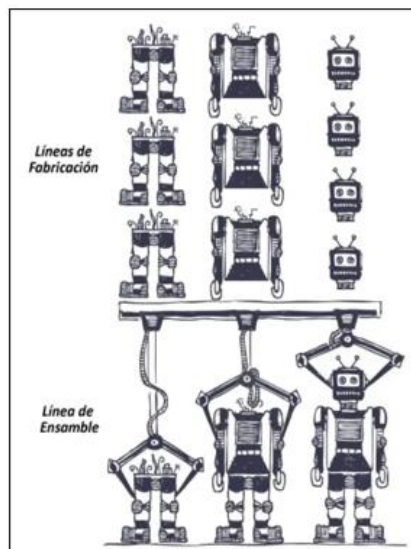


Figura 7.-Línea de fabricación vs. línea de ensamble

En teoría, la línea de fabricación debe equilibrarse para que la frecuencia de salida de una máquina sea igual a la frecuencia de entrada de la máquina que realiza la siguiente

operación. De la misma manera, se debe equilibrar el trabajo que realiza el operario en la línea de montaje [23].

Método de balance de línea

En el método que aplicaremos es importante tener en cuenta las siguientes variables y su formulación presente en la tabla 5, [23].

Tabla 5.-Formulas para aplicar el método de balance de líneas.

Mínuto total del operario	$\sum_{i=1} (min * Op)$	Sumatoria del producto entre el tiempo de cada operación y la cantidad de operario que la realizan.
Ciclo de control	$min >$	Es el tiempo mayor entre lo tiempo de cada operación.
N de operarios	$\sum Op$	Sumatoria de los operarios que ejecutan las operaciones.
Total, de minutos por línea	$ciclo\ de\ control * N\ de\ Op$	Tiempo que toma la línea en relación a su ciclo de control
% de balance	$\frac{minuto\ total\ de\ operario}{total\ de\ minutos\ por\ línea} * 100\%$	% del balance de la línea. Este es mayor a medida que los tiempos de las distintas operaciones se aproximan.
Ciclo de control ajustado	$\frac{ciclo\ de\ control}{desempeño\ de\ la\ línea} * 100\%$	Ciclo de control ajustado según el desempeño de la línea.
Unidades/Hora	$\frac{60\ minutos}{ciclo\ de\ control\ ajustado}$	Cantidad de unidades por cada hora de trabajo.
Unidades /Turno	$\left(\frac{unidades}{hora}\right) * \left(\frac{horas}{turno}\right)$	Cantidad de unidades por cada turno de trabajo.
Desempeño de la línea	$1 - \frac{(tolerancia\ hombre)}{tiempo\ por\ turno} + \frac{tolerancia\ maquina}{tiempo\ por\ turno}$	

Software de simulación FlexSim

El software FlexSim fue desarrollado por Bill Nordgren, Cliff King, Roger Hullinger, Eamonn Lavery y Anthony Johnson. FlexSim permite modelar y entender con precisión los problemas básicos de un sistema sin la necesidad de programaciones complicadas, esto debido a que ofrece una forma sencilla al desarrollar el modelo de simulación [24].

Se enlistan algunas razones por las cuales FlexSim es una buena alternativa como herramienta en simulación:

- Su amplia sección de preconstruidos permite abordar situaciones mucho más complejas sin tener que escribir código de software.
- El software se orienta a objetos lo que admite una mayor visualización del flujo de producción.
- Todo el proyecto se desarrolla en un ambiente tridimensional (3D), además de permitir importar infinidad de objetos de distintos paquetes de diseño, incluyendo AutoCAD, Solid Works, Catia, 3D Studio, Revit, Google Sketch-Up.
- Otra razón importante es que no sólo se pueden simular sistemas discretos, sino que también se admite la simulación de fluidos o modelos combinados continuo-discreto.
- La generación de distintos escenarios y condiciones variadas son fáciles de programar.
- Las distribuciones de probabilidad se pueden representar con gran precisión en lugar de valores promedio para representar fielmente la realidad.
- Las gráficas, los reportes y todo lo que se refiere a los estadísticos se puede revisar a detalle [24].

Un modelo desarrollado con el programa FlexSim es prácticamente un sistema de flujo de entidades (flowitems), colas (queues), procesos (processor) y sistemas de transporte (transportation). El proceso se basa en un retraso forzado (delay) llevado a cabo por una máquina, el transporte se basa en el desplazamiento de entidades de un recurso a

otro, y las colas son un acumulamiento de entidades tipo FIFO al ingreso de un proceso esperando para su procesamiento [25].

Básicamente, un modelo en Flexsim consta de los siguientes recursos:

- Recursos constantes o fijos (fixed resources). Aquí entrarían las colas (queues), las máquinas o procesos (processor) y las cintas transportadoras (conveyors).
- Recursos compartidos (shared resources). En este apartado están los operadores.
- Recursos móviles (mobile resources). En este apartado entran los sistemas de transporte que permite modelar el software tales como elevadores, transpaletas, robots industriales, [25].

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar un estudio de tiempos y movimientos para optimizar el proceso productivo en la Corporación IMPACTEX Cia Ltda del cantón Ambato.

1.3.2. Objetivos específicos




- Diagnosticar el estado actual del proceso que constituye la línea de producción del producto con mayor demanda en la corporación IMPACTEX.
- Determinar los tiempos y movimientos actuales en la línea de producción.
- Establecer una alternativa para mejorar la producción, a partir del estudio de tiempos y movimientos efectuado.


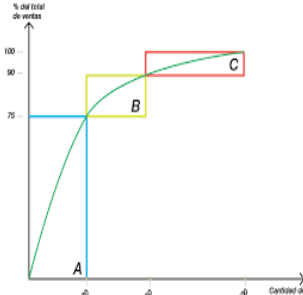
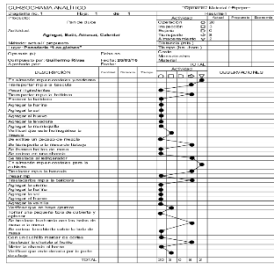






CAPÍTULO II
METODOLOGÍA.

2.1. Materiales

Los materiales que se utilizaron para el desarrollo de presente proyecto de investigación se detallan en la tabla 6, mostrada continuación.

Tabla 6.-Listado de Materiales

Objeto	Imagen	Descripción
Cámara/Filmadora		Se utiliza para plasmas tanto en imagen como en video el proceso productivo, las actividades que realiza cada operador en torno a la confección del producto estudiado.
Cronómetro		Se utiliza para la toma de tiempos de cada actividad.
Microsoft Office		Excel ayuda al procesamiento numérica de la información. Word es una herramienta para plasmar la información en un informe y poder presentarlo.

Objeto	Imagen	Descripción																																																																																																																																														
AUTOCAD		Software utilizado para realizar planos, diagrama de recorridos.																																																																																																																																														
Diagrama ABC		Diagrama que nos ayuda a determinar cuál es el producto de mayor demanda en la corporación.																																																																																																																																														
Cursograma Analítico		Diagrama que nos permite organizar en operaciones, esperas, almacenamientos, inspecciones y transportes a las actividades que se realizan dentro de la línea de producción.																																																																																																																																														
Encuesta y entrevista	<p>Encuesta al personal que labora en la planta de producción de la corporación IMPACTEX</p> <p>I. ¿Cree que sería beneficioso para la corporación un estudio de tiempos y movimientos con el cual optimice la producción, reduciendo factores que afectan a la elaboración de los productos?</p> <table border="1" data-bbox="764 1503 831 1532"> <tr> <td>Si</td> <td>No</td> </tr> </table> <p>Observación: _____</p> <p>II. ¿Cómo describiría a las condiciones de trabajo que usted está expuesto a para realizar las actividades de producción?</p> <table border="1" data-bbox="679 1630 941 1659"> <tr> <td>Mala</td> <td>Regular</td> <td>Buena</td> <td>Muy buena</td> <td>Excelente</td> </tr> </table> <p>Observación: _____</p>	Si	No	Mala	Regular	Buena	Muy buena	Excelente	La entrevista y encuesta está diseñada por el investigador y está dirigida a los jefes de producción de cada área y a los operadores y así determinar el área crítica.																																																																																																																																							
Si	No																																																																																																																																															
Mala	Regular	Buena	Muy buena	Excelente																																																																																																																																												
Ficha de toma de tiempos	<table border="1" data-bbox="612 1780 1002 1982"> <tr> <td rowspan="4">  </td> <td>Área</td> <td>Confeción</td> <td>Producto</td> <td>BH 7021</td> <td rowspan="4">  </td> </tr> <tr> <td>Actividad</td> <td>Flaxmer</td> <td>Material</td> <td>Tela Macrofibra</td> </tr> <tr> <td>Ciclos</td> <td>En Segundos</td> <td>Maquina</td> <td>Flaxmer</td> </tr> <tr> <td>Observador</td> <td>Kleber Gamba</td> <td>Estadío N.</td> <td>01</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Lectura</td> <td>Vuelta a cero</td> <td>Método</td> <td>Actual</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Act.</td> <td colspan="14">Ciclos</td> <td>Promedio</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td> <td>(No)</td> </tr> <tr> <td>T1</td> <td>17,00</td><td>17,00</td><td>15,00</td><td>18,00</td><td>17,00</td><td>18,00</td><td>15,00</td><td>16,00</td><td>18,00</td><td>15,00</td><td>18,00</td><td>18,00</td><td>18,00</td><td>17,00</td><td>18,00</td> <td>17,00</td> </tr> <tr> <td>O1</td> <td>60,00</td><td>61,00</td><td>61,00</td><td>62,00</td><td>62,00</td><td>60,00</td><td>62,00</td><td>62,00</td><td>60,00</td><td>62,00</td><td>61,00</td><td>60,00</td><td>61,00</td><td>60,00</td><td>60,00</td> <td>60,93</td> </tr> <tr> <td>T2</td> <td>0,63</td><td>0,71</td><td>0,71</td><td>0,63</td><td>0,69</td><td>0,72</td><td>0,75</td><td>0,67</td><td>0,67</td><td>0,66</td><td>0,75</td><td>0,58</td><td>0,75</td><td>0,63</td><td>0,63</td> <td>0,68</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="14"></td> <td>(s) (seg)</td> <td>78,61</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="14"></td> <td>(s) (min)</td> <td>1,31</td> </tr> </table>		Área	Confeción	Producto	BH 7021		Actividad	Flaxmer	Material	Tela Macrofibra	Ciclos	En Segundos	Maquina	Flaxmer	Observador	Kleber Gamba	Estadío N.	01		Lectura	Vuelta a cero	Método	Actual		Act.	Ciclos														Promedio		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	(No)	T1	17,00	17,00	15,00	18,00	17,00	18,00	15,00	16,00	18,00	15,00	18,00	18,00	18,00	17,00	18,00	17,00	O1	60,00	61,00	61,00	62,00	62,00	60,00	62,00	62,00	60,00	62,00	61,00	60,00	61,00	60,00	60,00	60,93	T2	0,63	0,71	0,71	0,63	0,69	0,72	0,75	0,67	0,67	0,66	0,75	0,58	0,75	0,63	0,63	0,68																(s) (seg)	78,61																(s) (min)	1,31	La ficha tiene el objetivo ayudar a plasmar la toma de los tiempos de las operaciones que se realiza para el proceso de conformación del producto a analizar.
	Área		Confeción	Producto	BH 7021																																																																																																																																											
	Actividad		Flaxmer	Material	Tela Macrofibra																																																																																																																																											
	Ciclos		En Segundos	Maquina	Flaxmer																																																																																																																																											
	Observador	Kleber Gamba	Estadío N.	01																																																																																																																																												
	Lectura	Vuelta a cero	Método	Actual																																																																																																																																												
Act.	Ciclos														Promedio																																																																																																																																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	(No)																																																																																																																																
T1	17,00	17,00	15,00	18,00	17,00	18,00	15,00	16,00	18,00	15,00	18,00	18,00	18,00	17,00	18,00	17,00																																																																																																																																
O1	60,00	61,00	61,00	62,00	62,00	60,00	62,00	62,00	60,00	62,00	61,00	60,00	61,00	60,00	60,00	60,93																																																																																																																																
T2	0,63	0,71	0,71	0,63	0,69	0,72	0,75	0,67	0,67	0,66	0,75	0,58	0,75	0,63	0,63	0,68																																																																																																																																
															(s) (seg)	78,61																																																																																																																																
															(s) (min)	1,31																																																																																																																																

2.2. Métodos

2.2.1. Modalidad de la investigación

Enfoque

El enfoque que se utilizó para la presente investigación es de carácter cuali-cuantitativo, por una parte, es cualitativo puesto que se obtuvo la información y los datos necesarios de la empresa participante, además de una recopilación de fundamentos técnicos y científicos que enriqueció la investigación planteada; por otra lado, tuvo un enfoque cuantitativo por el motivo que estuvo ligada a cálculos matemáticos respectivos de acuerdo con las metodologías que tiene el estudio de tiempos y movimientos.

Alcance

El presente estudio tuvo como objetivo plasmar una propuesta de mejora en la línea de producción del producto con mayor demanda en la Corporación IMPACTEX Cia Ltda, cabe recalcar que la implementación y ejecución de la propuesta planteada dependerá de la empresa y se desarrollará bajo su propia responsabilidad.

Investigación bibliográfica – documental

Este proyecto se adaptó a este enfoque ya que se considera necesario recolectar información confiable y / o verificable, la cual se brindó de acuerdo a los criterios de diferentes autores a través de libros, revistas, páginas de internet, artículos científicos y otros, esto permitir que se desarrolle una investigación más clara y profunda.

Investigación de campo

En esta etapa, el investigador del proyecto visitó las instalaciones de la empresa y mediante técnicas como observación directa, encuestas, entrevistas, entre otras, y a través de la relación directa con el entorno laboral obtuvo la información adecuada que suministre la base para la solución de la problemática planteada previamente.

Investigación aplicada

Se empleó esta modalidad dado que propondrá la solución a los problemas encontrados en el proceso productivo de la Corporación IMPACTEX Cia Ltda, mediante la

aplicación metodológica descrita con antela y los conocimientos adquiridos durante los años de estudio por parte del investigador.

2.2.2. Población y muestra

Debido a que la población en la planta de producción de la Corporación IMPACTEX Cia Ltda es menor a 100 personas no es necesario establecer la muestra por esta razón se realiza el estudio con la población existente. En la tabla 7, se muestra la población de la corporación IMPACTEX.

Tabla 7.-Número de operadores en la línea de producción.

Proceso		Número de operadores	Porcentaje de participación
Máquinas	Manual		
Overlook		5	11%
Recubridoras		4	9%
Flaximer		5	11%
Rectas		2	5%
Rematadoras		2	5%
Cort. Elastico		1	2%
Uni. Elastico			
Elasticadoras		4	9%
Pulidora de costura		2	5%
Corta. Tela		1	2%
	Trazo	3	7%
	Tendido		
	Levantado del corte	3	7%
	Marmeteo	3	7%
	Revición	3	7%
	Surtido	6	14%
	Doblado		
	Colocado de caja		
	Colocado de sobre		
	Enfundado		
	Empacado		
TOTAL		44	100%

2.2.3. Recolección de información

Para la recolección de la información del proceso productivo de la Corporación IMPACTEX Cia Ltda, se realizó las siguientes actividades con sus respectivas técnicas

y métodos, para solventar el cumplimiento a cada uno de los objetivos planteados los mismos que se presentan en las tablas 8, 9, 10 a continuación.

Tabla 8.-Actividades, métodos e instrumentos para el cumplimiento al objetivo uno.

Objetivo uno	Diagnosticar el estado actual del proceso que constituye la línea de producción del producto con mayor demanda en la corporación IMPACTEX		
Actividades	Técnica/Método	Instrumento/herramienta	Software
Recopilar toda la información relevante de la empresa respecto a su proceso productivo e indicar el flujo de material por cada estación de trabajo.	Observación directa del proceso por parte del investigador para conocer los detalles de la producción.	-Fichas de observación. -Esferos -Libreta de apuntes -Equipos de audio y video	Microsoft office
Entrevistar al técnico encargado de la producción para familiarizarnos a detalle con las condiciones del proceso.	Entrevista a los jefes de área para conocer a detalle la línea de producción.	-Cuestionario -Esfero -Equipo de audio	Microsoft office
Identificar el área crítica de producción en la que se hará el estudio.	Entrevista a los jefes de área para conocer según su criterio el área crítica.	-Hojas de papel -Esfero -Regla	
Visitar cada estación de trabajo y encuetar a los operadores.	Observar con detalle el proceso que se realiza en cada estación de trabajo	-Cuestionario -Esfero -Equipo de audio	Microsoft office
Realizar un Layout del área crítica de producción con las estaciones de trabajo.	Observación directa del proceso por parte del investigador para obtener las dimensiones de la planta.	-Cuestionario -Esfero -Equipo de audio	-Microsoft office -AUTO CAD 2018

Tabla 9.-Actividades, métodos e instrumentos para el cumplimiento al objetivo dos.

Objetivo dos	Determinar los tiempos y movimientos actuales en la línea de producción		
Actividades	Técnica/Método	Instrumento/ herramienta	Software
Representar gráficamente el proceso en el área crítica por medio de diagramas de procesos y de flujo.	Cursograma analítico y sinóptico, diagrama de recorrido y de flujo.	-PC portátil	Microsoft office
Realizar el estudio de tiempos y movimientos en el área crítica.	Determinar estrategias de medición de los tiempos de proceso y establecer los tiempos de cada actividad.	-PC portátil -Internet - Fichas de toma de tiempos -Cronometro -Libreta de apuntes	Microsoft office
Calcular el tiempo estándar y la capacidad de producción del área crítica.	Plantear un protocolo con el cual calcular el tiempo estándar para cada actividad. Investigar los temas concernientes a los cálculos de la capacidad producción.	-PC portátil -Internet -Libreta de apuntes	Microsoft office

Tabla 10.-Actividades, métodos e instrumentos para el cumplimiento al objetivo tres

Objetivo tres	Establecer una alternativa para mejorar la producción, a partir del estudio de tiempos y movimientos efectuado.		
Actividades	Técnica/Método	Instrumento/ herramienta	Software
Identificar las posibles optimizaciones para el área crítica mediante los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización.	Investigación documental	-PC portátil -Internet	Microsoft office

Objetivo tres	Establecer una alternativa para mejorar la producción, a partir del estudio de tiempos y movimientos efectuado.		
Actividades	Técnica/Método	Instrumento/herramienta	Software
Establecer las propuestas de mejora mediante el establecimiento de nuevos métodos de trabajo en el área crítica	Observación detallada y simulaciones, del área en la que se realiza la producción.	-Libreta de apuntes -Esfero	Microsoft office
Diseñar un modelo adecuado de distribución.	Planos den CAD de las distribuciones.	-PC portátil	- Microsoft office -AutoCAD
Simular y obtener datos de los modelos analizados.	Análisis de capacidad de producción, porcentaje de eficiencia del tiempo de los operadores y máquina.	-PC portátil	- Microsoft office -FlexSim
Validación de la mejora propuesta.	Elección de la propuesta de mejora y simularla.		- Microsoft office -FlexSim

2.2.4. Procesamiento y análisis de datos

La información que se recopiló para la investigación se procesó de la siguiente manera:

- Se analizó la información y los datos obtenidos con el objeto de clasificar la información necesaria y descartar los datos que no ayudan al estudio planteado.
- Se registró la información cualitativa obtenida del proceso de producción de la empresa analizada por medio de softwares de procesamiento adecuados con el fin de estimar las condiciones con las que opera la empresa.
- Tabulación de los datos cuantitativos obtenidos en graficas para una mejor visualización utilizando softwares adecuados.
- Interpretación crítica de los resultados.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de los resultados

3.1.1. Datos informativos de la empresa

Historia

Este emprendimiento familiar creado por Milton Altamirano y su esposa Martha Segura, comenzó en un año muy difícil para el país, 1999. Hasta el año 2002, la empresa ya había superado la dolarización del país, la invasión asiática de productos baratos y el desaparecimiento de muchos emprendimientos y empresas del sector, pero gracias al esfuerzo de sus emprendedores y familia, se consolidan como una empresa de textiles en la ciudad de Ambato.

La actividad de la empresa comenzó en el barrio de la Concepción en Ambato, en un pequeño galpón construido de bloque, el cual tenía una dimensión de 3x4 metros cuadrados. La clave del sostenimiento de este emprendimiento fue la experiencia de sus creadores adquirida en tiempos anteriores como empleados de una empresa en el sector textil y confección, que les permitió conocer a las empresas del sector, así como a proveedores, insumos, materias primas y el proceso en sí de como confeccionar una prenda de una forma minuciosa.

El funcionamiento se inicia con capital propio, por la venta de un carro usado a un precio de 30 millones de sucres que permitió la adquisición de cuatro máquinas usadas y la contratación de cuatro obreras textiles. Posteriormente en el transcurso de un año se contrata una secretaria.

Al cabo de un año y medio se obtiene un pequeño crédito para la construcción de la primera planta de provisión. Por su pequeño capital inicial, que permitía una producción muy baja, se empezó produciendo 60 docenas de interiores al mes, y se los vendía a pequeños clientes que pagaban al contado. Prácticamente la empresa inició sus actividades sin ningún tipo de administración. De la misma manera empieza prácticamente sin capital para tener solvencia que le permita sostenerse en el tiempo,

sin ningún plan de acción, sin ningún horizonte estratégico, solo basados en la experiencia adquirida.

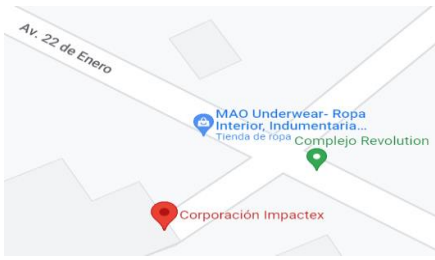

Emprendimiento que aparece sin visión de empresa, sin embargo, de ello paso a paso ha ido creciendo. Con miedo a tributar, ya que desconocían cómo declarar impuestos, como facturar, pero poco a poco fueron llenando estos vacíos con lo que la empresa creció considerablemente.

La tabla 11 y 12, descrita a continuación, presenta los datos más relevantes de la corporación

Tabla 11.-Matriz de datos informativos de la corporación IMPACTEX

	Representante legal	Ing. Kleber Betancourt	
	RUC	1891755755001	
	Razón Social	Corporación IMPACTEX CIA. LTDA	
	Tamaño de la empresa	Pequeña empresa	
	Centros de trabajo	01	
Actividad Económica	Fabricación de prendas de vestir, excepto prendas de piel		
Dirección	Av. 22 de Enero y Cueva de los Tayos		
Descripción	Manufactureras, Textil y de Confección		
Fecha de fundación	Año 1999		
e-mail	www.maoecuador.com		
Horario de atención	Lunes a Viernes de 08:00am a 14:00pm		
Numerosa telefónicos	32855704 / 0989320012		
Número de operadores	44	Hombres	15
		Mujeres	29
Misión	Somos una organización dedicada a la Innovación desarrollo y comercialización de marcas de moda con excelencia posicionándonos en los mercados nacionales y extranjeros para generar rentabilidad, sostenibilidad y crecimiento empresarial para nuestros clientes internos y externos.		
Visión	Ser una corporación líder en el mercado de moda con excelencia, responsabilidad social, empresarial y ambiental, internacionalizando nuestras marcas para crecer y consolidarnos, con nuestros consumidores neo tradicionales casuales.		
Política de Calidad	Quienes integramos el GRUPO IMPACTEX estamos comprometidos a elaborar productos acordes a la moda innovando y diseñando prendas de calidad para cumplir las necesidades de nuestros clientes.		

Tabla 12.- Ubicación geográfica de la corporación

			
Provincia	Tungurahua		
Cantón	Ambato		
Parroquia	Atahualpa		
Dirección	Av. 22 de Enero y Cueva de los Tayos		

Organigrama empresarial

El organigrama presente en la figura 8, de la corporación IMPACTEX, nos permite identificar en forma visual las cadenas de jerarquías.

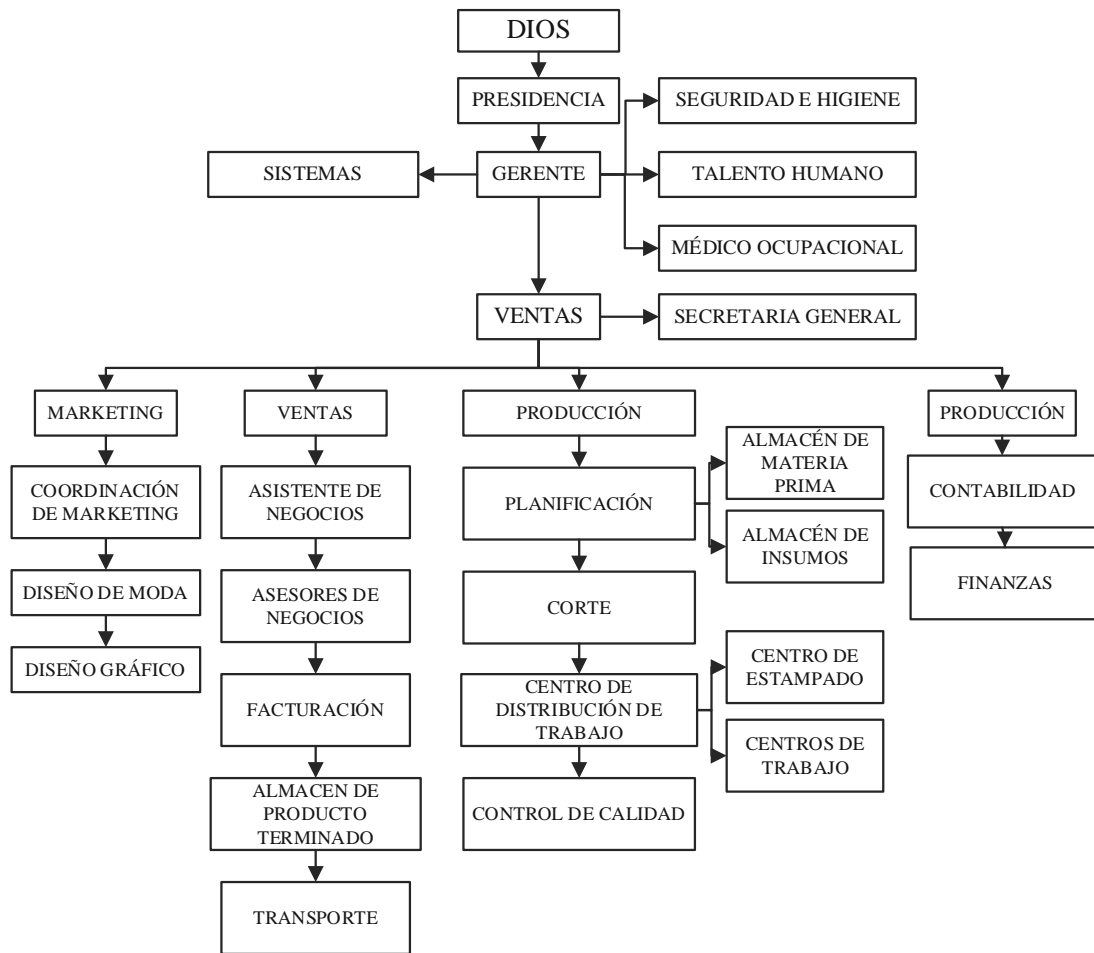


Figura 8.-Organigrama corporación IMPACTEX.

3.1.2. Productos ofertados

La gama de productos ofertados por la corporación IMPACTEX satisfacen las exigencias del mercado al que están orientados, los usuarios encuentran en el producto fibras de calidad, el tejido tiene una firmeza y no se deforma, las costuras de las prendas son resistentes, reforzadas para garantizar que el producto será duradero.

Los productos son confeccionados en la planta localizada en el barrio Atahualpa del cantón Ambato y se dividen en diferentes tipos de colecciones que se orientan a un sector específico de sus usuarios. Las colecciones son denominadas “MAO” por las iniciales del nombre del fundador de la corporación IMPACTEX el Ingeniero Milton Altamirano y su logo se lo puede observar en la figura 9.



Figura 9.-Logo de los productos ofertados por la corporación IMPACTEX.

Las colecciones que ofrece la corporación IMPACTEX es variada y continuación se presentan las de mayor relevancia.

- **Colección MAO SLIM**

Orientada al público deportistas, esta colección está confeccionada en microfibra de tipo licra que se ajustan a la forma natural del cuerpo como se puede observar en la figura 10, ayuda a absorber el sudor generado por los deportistas y el público en general cuando realizan sus actividades, esta colección tiene una gran acogida región del litoral por lo caluroso y húmedo de su ambiente.



Figura 10.-Colección MAO SLIM.

- **Colección MAO UNDERWEAR**

Orientada al público de clase media y baja, esta colección está confeccionada en algodón muy resistente, permite que respire a la piel, absorbe el sudor fácilmente, mantiene fresca la piel en todo momento, esta colección ofrece una amplia variedad de colores, estampados que la hace más llamativa al cliente como se puede observar en la figura 11.



Figura 11.-Colección MAO UNDERWEAR.

- **Colección MAO JR**

Orientada al público adolescente cuyas edades van de los 12 a 16 años, esta colección está confeccionada en materiales como la microfibra y el algodón para brindar la comodidad adecuada, esta colección ofrece una amplia variedad de colores, estampados que la hace más llamativa al cliente como se puede observar en la figura 12.



Figura 12.-Colección MAO JR.

- **Colección MAO KIDS**

Orientada al público más pequeño de los hogares cuyas edades van de los 5 a 10 años, esta colección está confeccionada en algodón muy suave para no irritar la piel de los usuarios al mismo tiempo que les proporciona una adecuada comodidad, esta colección

ofrece una amplia variedad de colores, estampados que la hace más llamativa al cliente como se puede observar en la figura 13.



Figura 13.-Colección MAO KIDS.

- **Colección MAO conjuntos deportivos**

Orientada al público deportistas que requiere prendas de vestir que le brinde el confort necesario para la actividad física que realizan, cuenta con varias prendas adecuadas como se puede observar en la figura 14, para realizar actividad física o simplemente para obtener gran comodidad en el día a día.



Figura 14.-Colección MAO conjuntos deportivos

Además de las colecciones descritas aún hay una gran variedad de prendas que la corporación ofrece a sus usuarios como se puede observar en la figura 15, con las mismas planea reafirmarse como una de las principales de la provincia y país y seguirse proyectando a más países con sus productos.



Figura 15.-Nuevas colecciones.

3.1.3. Orden de producción

El proceso para generar una orden de producción inicia con la necesidad del mercado basado en la bodega, el supervisor de bodega de producto terminado determina que el stock sea insuficiente para satisfacer las demandas del mercado, entonces se realiza un estudio de las ventas en conjunto con el supervisor de bodega y el director de planificación para determinar la cantidad adecuada de producto que se debe producir mediante pronósticos de ventas semanales, y en el trimestre, con los datos analizados el departamento de planificación obtiene un mínimo y un máximo de producción para trabajar al mes, y una media para que la bodega tenga un stock.

Para mantener una producción equilibrada se maneja una media del 50% del pronóstico máximo obtenido de las ventas en los meses anteriores. Para llevar los datos de producción organizados se utiliza el software Excel mediante las siguientes estimaciones:

- Bodega: cantidad de producto para satisfacer la demanda del mercado.
- Centros de trabajo (maquila): cantidad de producto que se encuentra en proceso.
- Programar: cantidad de producto que se necesita confeccionar para tener un stock en bodega pero que no debe ser mayor al mínimo estimado.
- Estampar: Producto que en su conformado requiere estampado.
- Pendiente: Productos que no pasaron el control de calidad y regresan a los centros de trabajo para un reproceso de ser factible.
- Stock: Suma de producto que se encuentra en maquila, en bodega y también lo programado.
- Orden de producción: para generar en Excel la orden de producción se la hace con las siguientes estimaciones:

Producir= Si el stock es menor que el mínimo y la diferencia entre el máximo y el stock.

$$SI(stock < \text{Mínimo}; "Producir "&(Máximo - stock); \quad (3)$$

No producir= si el stock es mayor o igual al mínimo y además el stock es menor igual al máximo.

$$SI(Y(stock \geq \text{Mínimo}; stock \leq \text{Máximo}); "No Producir"; \quad (4)$$

Exceso= si el stock es mayor que el máximo.

$$SI(stock > Máximo; "Exceso") \quad (5)$$

Las fórmulas 3, 4, y 5 se ingresan en la celda orden de producción de la siguiente manera:

$$SI(stock < Min; "Prod"&(Max - stock); SI(stock \geq Min; stock \leq Max); "No Prod"; SI(stock > Max "Exceso")) \quad (6)$$

Con la fórmula 6, se aseguran de que la producción este equilibrada.

- Diferencia: es la cantidad de producto que se obtiene de la resta de la media (50%) con el producto que se encuentra en bodega. Los excesos son un stock de seguridad, esto ocurre con frecuencia en los códigos que tienen gran acogida así se aseguran de estar preparados para posibles pedidos imprevistos.

La tabla 13, describe la organización en el software Excel de los productos ofertados.

Tabla 13.-Control de producción.

N	Código	Descripción	Mínimo	50%	Máximo	Bodega	Maquila	Programar	ra estamp	Pendiente	Normal	N. stock	den producc	DIFERENCIA
1	BH 7021-36	SLIM CORTE	300	300	600		0	50	66	80	50	246	Producir 354	300,00
2	BH 7021-38	SLIM CORTE	500	500	1000	0	0	125	99	225	100	549	No Producir	500,00
3	BH 7021-40	SLIM CORTE	500	500	1000	0	0	125	99	225	100	549	No Producir	500,00
4	BH 7021-42	SLIM CORTE	500	500	1000	6	0	100	116	220	100	542	No Producir	494,00
5	BH 7021-44	SLIM CORTE	150	150	300	0	0	50	33	80	50	213	No Producir	150,00
6	BH 7021-46	SLIM CORTE	100	100	200	19	0		49	70	50	188	No Producir	81,00

La corporación distribuye la ejecución del trabajo de confección para el día, la semana y el mes según las fechas relevantes como son el inicio escolar tanto en la región costa/oriente y Galápagos, el inicio de clases en la sierra, el día de las madres y fin de año. El área de planificación detalla la cantidad de docenas de producto que es necesario producir, el área de corte recibe el informe con la cual genera la orden de producción especificando el código, las tallas, descripción del producto y la cantidad total de docenas a producir, con esta información el área de materia prima despacha todo el material e insumos necesarios para la confección del producto.

Debido a la variedad de productos que la corporación ofrece al mercado y la forma en que se maneja es necesario revisar sus históricos de ventas de años atrás para realizar un análisis detallado y determinar cuál es el producto con mayor demanda y que genera mejores utilidades a la organización.

3.1.4. Producto de mayor demanda

Históricos de ventas

La corporación IMPACTEX para diferenciar su amplia gama de productos los organiza en códigos, los códigos son una combinación de dos letras que determinan el tipo de producto y los números que lo acompañan determinan los detalles del producto como por ejemplo se puede observar en la tabla 14.

Tabla 14.-Códigos de los productos ofertados.

Código	Descripción
BH 1060	bóxer algodón estampado elástico visto
BH 7021	bóxer microfibra llano con malla elástico visto
BH 6916	bóxer tela hilo a cuadros elástico recubierto
BH 1056	bóxer algodón llano pierna larga elástico visto
BH 7053	bóxer algodón pierna larga elástico visto
CH 170	calzoncillo recubierto la cintura
CH 185	calzoncillo recubierto la cintura combinada
BN 6611	bóxer de niño algodón estampado adelante
BN 6612	bóxer de niño algodón estampado atrás
TM 8815	panty de mujer algodón
CD 9506	blusa dama tiras corte imperio tela acanalada

Los históricos de la tabla representan la cantidad de docenas vendidas en cada año desde el año 2017 hasta el 2021, estos datos se los obtuvo directamente en el departamento de ventas de la corporación los cuales se presentan en la tabla 15.

Tabla 15.- Históricos de ventas de los productos en docenas.

Código	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020	Año 2021
BH 1060	19.723,50	12.370,50	7.889,75	9.680,00	9.680,00
BH 7021	3.806,50	5.610,50	5.196,75	7.252,00	7.252,00
BH 1055	6.661,08	5.609,50	5.341,00	4.555,50	4.555,50
BH 7060	2.371,00	4.321,25	3.017,00	3.291,00	3.291,00
BH 6916	2.279,75	2.577,50	3.180,08	3.199,50	3.199,50
BH 1071	1.405,50	3.513,00	3.853,00	3.363,50	3.363,50
BH 7024	1.600,00	1.800,50	1.725,75	2.980,00	2.980,00
BH 1056	985,00	2.123,50	1.764,25	2.319,50	2.319,50
BH 1072	1.170,50	2.164,50	213,00	3.109,00	3.109,00
BH 7053	1.067,50	1.869,50	2.206,75	1.855,58	1.855,58
BH 1061	2.831,50	2.040,50	1.246,00	602,50	602,50

Código	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020	Año 2021
BH 6930	2.414,50	1.927,00	1.537,75	1.092,50	1.092,50
CH 170	2.479,50	1.644,50	1.188,00	792,50	792,50
BH 6928	2.362,00	1.339,50	1.336,00	498,50	498,50
BN 6611	1.397,50	1.747,00	1.571,00	788,50	788,50
BH 7030	735,50	1.485,00	1.189,00	846,00	846,00
BN 6612	1.104,00	1.414,50	1.273,00	724,00	724,00
BB 1055	1.082,50	1.272,00	850,00	578,00	578,00
BH 1065	2.475,50	1.592,00	678,75	-	-
BH 6925	2.394,00	1.355,50	883,50	11,00	11,00
CH 185	1.717,00	1.329,00	771,00	260,00	260,00
BH 7033	2.198,00	918,50	593,75	187,00	187,00
BH 1095	1.502,50	1.190,50	858,00	97,00	97,00
BH 7034	1.543,50	914,50	633,00	7,00	7,00
BH 302	898,50	1.145,00	761,50	82,00	82,00
BA 1055	792,00	580,50	520,50	227,00	227,00
CN 171	755,50	466,00	81,00	6,00	6,00
CH 7521	483,50	316,00	179,50	34,50	34,50
BH 1073	682,50	248,50	8,00	-	-
BH 7062	262,00	610,33	25,00	3,00	3,00
BH 7068	152,00	761,00	12,00	1,00	1,00
BH 7067	70,00	552,50	176,00	3,00	3,00
BH 7019	396,50	231,00	83,50	-	-
TM 8815	249,00	12,50	135,33	6,00	6,00
CD 9506	39,25	46,00	42,00	-	-

Análisis ABC

Para determinar el producto de mayor demanda en la corporación IMPACTEX se utilizó la metodología ABC con los históricos de ventas de los últimos cinco años, el objetivo de esta metodología es optimizar la organización de los productos ofertados, de tal forma que los productos más atractivos y solicitados por los usuarios de la corporación se encuentren siempre en stock.

Para realizar la metodología primero, se obtuvo un valor promedio de la docena de los productos ofertados, el promedio fue proporcionado por el departamento de ventas de la Corporación y se sitúa en treinta y cinco dólares americanos (\$35), con este valor se calcula la contribución monetaria respecto al código en docenas (tabla 15) vendidas por año, multiplicado por el valor promedio en dólares de cada docena, aplicando la ecuación 7.

$$\text{contribución} = T.D.V.A * \$35 = 19.723,50 * \$35 \quad (7)$$

$$\text{contribución} = \$ 690.322,50$$

Donde:

T.D.V.A= total docena vendida en el año

Aplicando la ecuación (7) para el total de cada año se obtiene la tabla 16.

Tabla 16.- Históricos de ventas de los productos en dólares.

Código	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020	Año 2021
BH 1060	\$ 690.322,50	\$ 432.967,50	\$276.141,25	\$ 338.800,00	\$338.800,00
BH 7021	\$ 133.227,50	\$ 196.367,50	\$181.886,25	\$ 253.820,00	\$253.820,00
BH 1055	\$ 233.137,80	\$ 196.332,50	\$186.935,00	\$ 159.442,50	\$159.442,50
BH 7060	\$ 82.985,00	\$ 151.243,75	\$105.595,00	\$ 115.185,00	\$115.185,00
BH 6916	\$ 79.791,25	\$ 90.212,50	\$111.302,80	\$ 111.982,50	\$111.982,50
BH 1071	\$ 49.192,50	\$ 122.955,00	\$134.855,00	\$ 117.722,50	\$117.722,50
BH 7024	\$ 56.000,00	\$ 63.017,50	\$ 60.401,25	\$ 104.300,00	\$104.300,00
BH 1056	\$ 34.475,00	\$ 74.322,50	\$ 61.748,75	\$ 81.182,50	\$ 81.182,50
BH 1072	\$ 40.967,50	\$ 75.757,50	\$ 7.455,00	\$ 108.815,00	\$108.815,00
BH 7053	\$ 37.362,50	\$ 65.432,50	\$ 77.236,25	\$ 64.945,30	\$ 64.945,30
BH 1061	\$ 99.102,50	\$ 71.417,50	\$ 43.610,00	\$ 21.087,50	\$ 21.087,50
BH 6930	\$ 84.507,50	\$ 67.445,00	\$ 53.821,25	\$ 38.237,50	\$ 38.237,50
CH 170	\$ 86.782,50	\$ 57.557,50	\$ 41.580,00	\$ 27.737,50	\$ 27.737,50
BH 6928	\$ 82.670,00	\$ 46.882,50	\$ 46.760,00	\$ 17.447,50	\$ 17.447,50
BN 6611	\$ 48.912,50	\$ 61.145,00	\$ 54.985,00	\$ 27.597,50	\$ 27.597,50
BH 7030	\$ 25.742,50	\$ 51.975,00	\$ 41.615,00	\$ 29.610,00	\$ 29.610,00
BN 6612	\$ 38.640,00	\$ 49.507,50	\$ 44.555,00	\$ 25.340,00	\$ 25.340,00
BB 1055	\$ 37.887,50	\$ 44.520,00	\$ 29.750,00	\$ 20.230,00	\$ 20.230,00
BH 1065	\$ 86.642,50	\$ 55.720,00	\$ 23.756,25	\$ -	\$ -
BH 6925	\$ 83.790,00	\$ 47.442,50	\$ 30.922,50	\$ 385,00	\$ 385,00
CH 185	\$ 60.095,00	\$ 46.515,00	\$ 26.985,00	\$ 9.100,00	\$ 9.100,00
BH 7033	\$ 76.930,00	\$ 32.147,50	\$ 20.781,25	\$ 6.545,00	\$ 6.545,00
BH 1095	\$ 52.587,50	\$ 41.667,50	\$ 30.030,00	\$ 3.395,00	\$ 3.395,00
BH 7034	\$ 54.022,50	\$ 32.007,50	\$ 22.155,00	\$ 245,00	\$ 245,00
BH 302	\$ 31.447,50	\$ 40.075,00	\$ 26.652,50	\$ 2.870,00	\$ 2.870,00
BA 1055	\$ 27.720,00	\$ 20.317,50	\$ 18.217,50	\$ 7.945,00	\$ 7.945,00
CN 171	\$ 26.442,50	\$ 16.310,00	\$ 2.835,00	\$ 210,00	\$ 210,00
CH 7521	\$ 16.922,50	\$ 11.060,00	\$ 6.282,50	\$ 1.207,50	\$ 1.207,50
BH 1073	\$ 23.887,50	\$ 8.697,50	\$ 280,00	\$ -	\$ -
BH 7062	\$ 9.170,00	\$ 21.361,55	\$ 875,00	\$ 105,00	\$ 105,00
BH 7068	\$ 5.320,00	\$ 26.635,00	\$ 420,00	\$ 35,00	\$ 35,00
BH 7067	\$ 2.450,00	\$ 19.337,50	\$ 6.160,00	\$ 105,00	\$ 105,00

Código	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020	Año 2021
BH 7019	\$ 13.877,50	\$ 8.085,00	\$ 2.922,50	\$ -	\$ -
TM 8815	8715	\$ 437,50	\$ 4.736,55	\$ 210,00	\$ 210,00
CD 9506	\$ 1.373,75	\$ 1.610,00	\$ 1.470,00	\$ -	\$ -

Obtenidos los datos monetarios por año se los suma en fila y se obtiene un “Total” de ventas de los años analizados. en lo posterior se realiza una suma en columna para obtener el valor “TOTAL” y poder calcular el porcentaje de participación de cada código y después el porcentaje acumulado como se muestra en la tabla 17.

Tabla 17.- Porcentaje de participación de cada código.

Código	Total	% Participación	% Acu. Participación
BH 1060	\$ 2.077.031,25	20,67%	20,67%
BH 7021	\$ 1.019.121,25	10,14%	30,81%
BH 1055	\$ 935.290,30	9,31%	40,12%
BH 7060	\$ 570.193,75	5,67%	45,79%
BH 6916	\$ 505.271,55	5,03%	50,82%
BH 1071	\$ 542.447,50	5,40%	56,22%
BH 7024	\$ 388.018,75	3,86%	60,08%
BH 1056	\$ 332.911,25	3,31%	63,39%
BH 1072	\$ 341.810,00	3,40%	66,79%
BH 7053	\$ 309.921,85	3,08%	69,88%
BH 1061	\$ 256.305,00	2,55%	72,43%
BH 6930	\$ 282.248,75	2,81%	75,24%
CH 170	\$ 241.395,00	2,40%	77,64%
BH 6928	\$ 211.207,50	2,10%	79,74%
BN 6611	\$ 220.237,50	2,19%	81,93%
BH 7030	\$ 178.552,50	1,78%	83,71%
BN 6612	\$ 183.382,50	1,82%	85,53%
BB 1055	\$ 152.617,50	1,52%	87,05%
BH 1065	\$ 166.118,75	1,65%	88,71%
BH 6925	\$ 162.925,00	1,62%	90,33%
CH 185	\$ 151.795,00	1,51%	91,84%
BH 7033	\$ 142.948,75	1,42%	93,26%
BH 1095	\$ 131.075,00	1,30%	94,57%
BH 7034	\$ 108.675,00	1,08%	95,65%
BH 302	\$ 103.915,00	1,03%	96,68%
BA 1055	\$ 82.145,00	0,82%	97,50%
CN 171	\$ 46.007,50	0,46%	97,96%
CH 7521	\$ 36.680,00	0,37%	98,32%
BH 1073	\$ 32.865,00	0,33%	98,65%
BH 7062	\$ 31.616,55	0,31%	98,96%

Código	Total	% Participación	% Acu. Participación
BH 7068	\$ 32.445,00	0,32%	99,29%
BH 7067	\$ 28.157,50	0,28%	99,57%
BH 7019	\$ 24.885,00	0,25%	99,81%
TM 8815	\$ 14.309,05	0,14%	99,96%
CD 9506	\$ 4.453,75	0,04%	100,00%
TOTAL	\$ 10.048.980,55	100%	

Con los datos obtenidos en la tabla 17 podemos aplicar el criterio ABC bajo las estimaciones presentadas en la tabla 18.

Tabla 18.-Criterio ABC.

A	80%	80%
B	15%	95%
C	5%	100%

Cabe recalcar que los porcentajes varían de autor a autor y el investigador es el que elige los que mejor se adapten a sus requerimientos.

Bajo las primicias plasmadas en la tabla 18, obtenemos la tabla 19, con sus estimaciones.

Tabla 19.- Categorización de los productos según los criterios ABC

Código	% Participación	% Acu. Participación	Criterio ABC
BH 1060	20,67%	20,67%	A
BH 7021	10,14%	30,81%	A
BH 1055	9,31%	40,12%	A
BH 7060	5,67%	45,79%	A
BH 6916	5,03%	50,82%	A
BH 1071	5,40%	56,22%	A
BH 7024	3,86%	60,08%	A
BH 1056	3,31%	63,39%	A
BH 1072	3,40%	66,79%	A
BH 7053	3,08%	69,88%	A
BH 1061	2,55%	72,43%	A
BH 6930	2,81%	75,24%	A
CH 170	2,40%	77,64%	A
BH 6928	2,10%	79,74%	A
BN 6611	2,19%	81,93%	B
BH 7030	1,78%	83,71%	B
BN 6612	1,82%	85,53%	B

Código	% Participación	% Acu. Participación	Criterio ABC
BB 1055	1,52%	87,05%	B
BH 1065	1,65%	88,71%	B
BH 6925	1,62%	90,33%	B
CH 185	1,51%	91,84%	B
BH 7033	1,42%	93,26%	B
BH 1095	1,30%	94,57%	B
BH 7034	1,08%	95,65%	C
BH 302	1,03%	96,68%	C
BA 1055	0,82%	97,50%	C
CN 171	0,46%	97,96%	C
CH 7521	0,37%	98,32%	C
BH 1073	0,33%	98,65%	C
BH 7062	0,31%	98,96%	C
BH 7068	0,32%	99,29%	C
BH 7067	0,28%	99,57%	C
BH 7019	0,25%	99,81%	C
TM 8815	0,14%	99,96%	C
CD 9506	0,04%	100,00%	C

La fórmula utilizada en Excel para determinar en cual criterio se encuentra el código es la siguiente.

$$si(\% \text{ Acu. Participación} \leq 80\%; A; si(\% \text{ Acu. Participación} \leq 95\%; B; C)) \quad (8)$$

La figura 10, presenta de forma gráfica la categorización de los productos según los criterios ABC

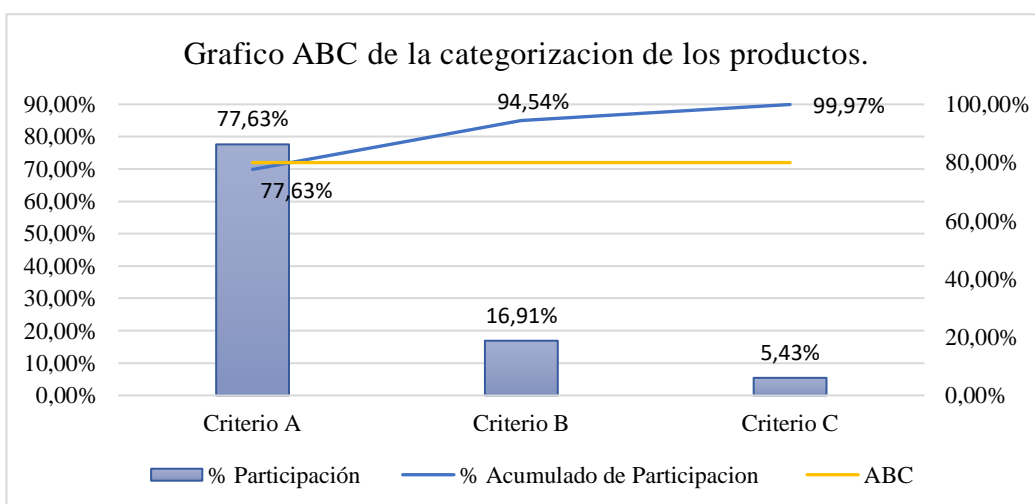


Figura 16.-Método grafico ABC de los históricos de ventas de la corporación IMPACTEX.

Interpretación

- Códigos que se encuentran en la categoría “A” tienen una demanda del 77,36%.
- Códigos que se encuentran en la categoría “B” tienen una demanda del 16,91%.
- Códigos que se encuentran en la categoría “C” tienen una demanda del 5,43%.

La tabla 20, presenta el resumen con los datos totales del análisis ABC.

Tabla 20.- Resumen del método ABC de los históricos de ventas.

Criterio ABC	% Participación	Numero de códigos dentro del criterio	Contribución monetaria total por criterio
A	77,63%	13	\$ 8.013.173,70
B	16,91%	10	\$ 1.269.415,00
C	5,43%	12	\$ 546.154,35

Selección del producto de mayor demanda

Como se puede observar en la tabla 19, el código “BH 1060” es el más representativo tanto en porcentaje de participación como en contribución monetaria, pero se lo confecciona en maquilas que son centros de trabajo que producen para la corporación, por tal motivo para el presente investigación se analizara el código “BH 7021” que en los últimos meses consolidando como un producto muy apreciado por parte de los usuarios ya que cuenta con una amplia gama de colores y además el confort que ofrece.

Tabla 21.-Producto seleccionado para el estudio.

Imagen del producto	Código	BH 7021
	% Participación	10.14%
	Promedio de ventas anuales	\$203.824,25
	Tallas disponibles	36 a 42
	Descripción del producto	
	<p>Bóxer clásico llano tipo sierra para deportistas de alto rendimiento, elaborada en microfibra que ayuda a la circulación de aire manteniendo fresco al usuario en todo momento con toda la protección que requiere para realizar sus actividades.</p>	

3.1.5. Entrevista y encuesta

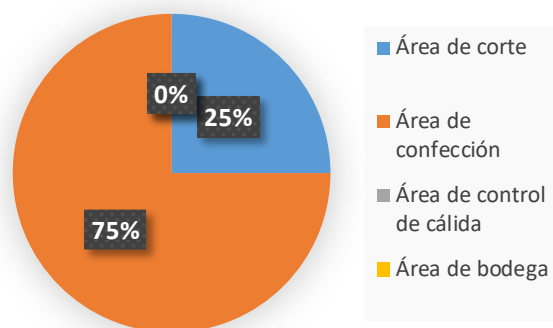
Con el fin de conocer desde una perspectiva más técnica el proceso de conformado del producto analizado, se recurrió a entrevistar a los jefes de las áreas de la corporación para identificar según sus conocimientos las actividades en cada área. La entrevista se centró en determinar el área crítica, por lo cual se plantearon preguntas específicas para obtener los resultados esperados.

Una vez determinado el área crítica o que genera el cuello de botella en la producción, se optó por entrevistar una vez más a la jefe encargada de dicha área y además se realizó una encuesta a los operadores del área crítica para conocer la falencia de la misma y optar por soluciones que mejoren su desempeño.

Análisis de los datos obtenidos de la entrevista realizada a los jefes de las áreas de producción de la corporación IMPACTEX

- I. ¿Cuál de las áreas de la corporación según su criterio, genera inconvenientes (área crítica), en el proceso de conformado del producto BH 7021?

	Área de corte	Área de confección	Área de control de cálida	Área de bodega
Jefe área de corte	----	1	----	----
Jefe área de confección	1	----	----	----
Jefe área de control de cálida	----	1	----	----
Jefe área de bodega	----	1	----	----
TOTAL	1	3	0	0



- II. ¿Porque piensa que el área seleccionada es crítica?

Jefe área de corte. Atribuyo como crítica al área de confección, argumentando que las actividades para la confección del producto son complejas y requieren de mucha concentración para obtener un producto final adecuado para su comercialización.

Jefe área de confección. Atribuyó como crítica al área de corte, argumentando la dependencia que tiene su área del área en cuestión, el área de confección se encarga de unir la materia prima proveniente del área de corte por lo que la producción dependerá de la organización del área en cuestión.

Jefe área de control de cálida. Atribuyó como crítica al área de confección, argumentando que en el área se realiza una amplia gama de productos ofertados por la corporación y al ser tan grande la variedad la organización del encargado del área y los operadores debe ser precisa, de esto dependerá el éxito de la producción.

Jefe área de bodega. Atribuyó como crítica al área de confección, argumentando que en dicha área el producto requiere mayor tiempo para su conformado, las actividades que se realizan en la confección son minuciosas, por lo cual es necesario buscar un equilibrio para que los operadores puedan afrontar las necesidades de producción con las condiciones propias del área.

III. ¿Cree que sería beneficioso para el área de confección un estudio de tiempos y movimientos con el cual optimice la producción, reduciendo factores que afecten a la elaboración de los productos?

Jefe área de corte. Mencionó su aprobación a la propuesta, argumentando la necesidad de analizar las condiciones actuales del área, y que además se podría conocer el tiempo que se toma cada operador para realizar su actividad y por ende obtener la capacidad de producción individualmente de cada operador.

Jefe área de confección. Mencionó su aprobación a la propuesta, argumentando que dispone de información obtenida por medio de observación directa por parte del encargado de área, además con el análisis propuesto se podría corroborar o desmentar la factibilidad de los datos que se disponen en la actualidad en el área.

Jefe área de control de cálida. Mencionó su aprobación a la propuesta, argumentando la necesidad de una mejor organización tanto de las máquinas como de los operadores con lo que se pueda lograr una mayor producción respecto a las condiciones que se tienen en la actualidad.

Jefe área de bodega. Mencionó su aprobación a la propuesta, argumentando la necesidad de obtener un estándar de tiempo para cada actividad en el área de confección y con ello determinar la actividad cuello de botella para proponer medidas con las cuales se pueda equilibrar la producción distribuyendo las cargas de trabajo entre todas las actividades en la jornada de trabajo.

Análisis de la entrevista al jefe del área de confección de la corporación IMPACTEX

- I. ¿Cree necesario realizar un estudio de tiempos y movimientos en los procesos que le permita mejorar la producción?

Si, es impórtate establecer los tiempos reales de todos los productos en beneficio del empleador y de los trabajadores.

- II. ¿Cree usted que se puede optimizar la capacidad actual de producción del área de confección de los productos?

La capacidad de producción de la planta va en función de la necesidad del cliente (bodega de producto terminado y la planificación).

- III. ¿Cómo determinan los procesos que no dan valor al producto (tiempos improductivos) en el proceso?

Son retrasos o pérdida de tiempo del proceso nos lleva más tiempo confeccionar el producto

- IV. ¿Piensa que es necesario aumentar al personal para mejorar la capacidad de producción?

En la planta de producción de acuerdo a la maquinaria adquirida es necesario llenar todos los puestos o máquinas para un rendimiento óptimo y sacar más producción.

- V. ¿Cree usted que la distribución respecto a los puestos de trabajo y el orden en la corporación es la adecuada?

Los puestos de trabajo se distribuyen con el objetivo de que cada proceso de confección no retrase al otro y se mantenga la línea de producción.

- VI. ¿Cree que la corporación cuenta con los quipos necesarios para la realizar las actividades de producción?

La empresa está equipada con la maquinaria adecuada para todos los productos que procesamos.

- VII. ¿Cree que las pausas activas ayudan a los trabajadores a mantenerse alertas a las actividades que realizan?

Las pausas les permiten a los trabajadores estar motivados para desempeñar mejor sus actividades diarias.

- VIII. ¿Cuáles son los factores que intervienen para que haya retrasos en las entregas de los pedidos de producción?

Insumos defectuosos ejemplo, elásticos, etiquetas o la tela cuando ya se está procesando el producto, nos enfrentamos a todos estos inconvenientes.

- IX. ¿Los reprocesos son un factor que está constantemente presente en la línea de producción? Si/No y que se debe.

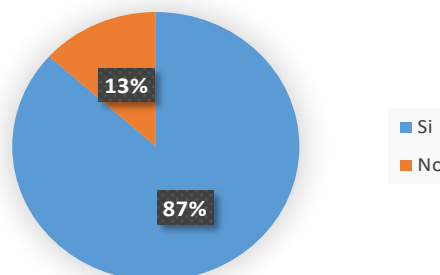
Si, si un proceso se retrasa o se para por cualquier factor, retrasa a los demás y el producto no se termina.

- X. ¿Cuál sería su propuesta de mejora para optimizar el proceso productivo?
Todo producto que se procesa o se confecciona (métodos son iguales) se debe organizar para evitar retrasas o pérdida de tiempo.

Análisis de los datos obtenidos de la encuesta realizada al personal que labora en la planta de producción de la corporación IMPACTEX

- I. ¿Cree que sería beneficioso para la corporación un estudio de tiempos y movimientos con el cual optimice la producción, reduciendo factores que afecten a la elaboración de los productos?

Si	No	Total
26	4	30
87%	13%	100%



Análisis

El 84% de los operadores considera que es necesario un estudio de tiempos y movimientos mientras tanto el 16% considero que no es necesario.

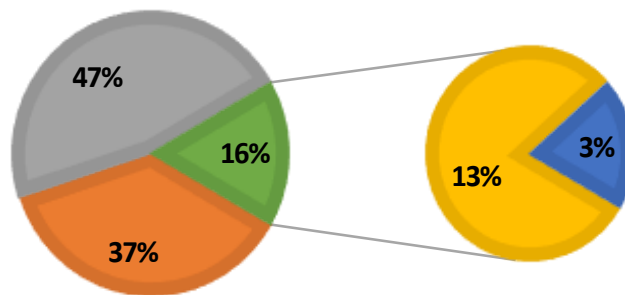
Interpretación

Según los datos obtenidos de la encuesta hacia los operadores del área de confección se puede evidenciar según la opinión de los mismos, que sus actividades pueden optimizarse por ello el número que señalo con un “SI” a la pregunta planteada es mucho mayor que los que se sienten cómodos como está el proceso de producción en la actualidad.

- II. ¿Cómo describiría a las condiciones de trabajo que usted está expuesto/a para realizar las actividades de producción?

Mala	Regular	Buena	Muy buena	Excelente	Total
0	11	14	4	1	30
0%	37%	47%	13%	3%	100%

■ Mala ■ Regular ■ Buena ■ Muy buena ■ Excelente



Análisis

El 47% de los operadores considera que las condiciones de trabajo en la que laboran son buenas, mientras que el 37% consideran que son regulares, y con un claro 4% y 1% los operadores que mencionaron que las condiciones de trabajo son muy buenas y excelentes.

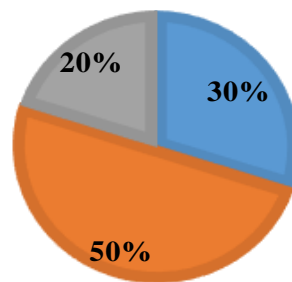
Interpretación

Como se puede evidenciar, el criterio de los operadores en cuanto a las condiciones con las que laboran se encuentra concentrado en la zona de “REGULAR” y “BUENA”, un trabajador con buenas condiciones laborales, se sentirá motivado, valorado y con ganas de trabajar y lo demostraran siendo mucho más productivos y eficientes, por tal motivo, es de vital importancia mejorar las condiciones laborales y eliminar de ser posible la incomodidad que describen los operadores en la encuesta en cuanto a la pregunta planteada.

- III. Considera que el número de trabajadores que laboran en la planta de producción es:

Adecuado	Suficiente	Insuficiente	Total
9	15	6	30
30%	50%	20%	100%

■ Adecuado ■ Suficiente ■ Insuficiente



Análisis

El 20% de los trabajadores entrevistados consideraron respecto a la pregunta planeada que es insuficiente la cantidad de trabajadores en el área, mientras que el 30% considera que es el número adecuado y un 50% considero que es suficiente.

Interpretación

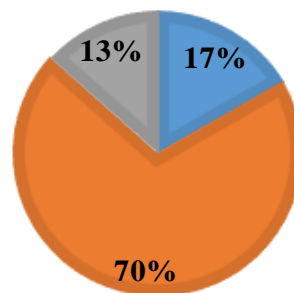
Los resultados manifiestan que mientras la producción se mantenga a los estándares actuales, los operadores trabajaran sin contratiempos, pero si desean aumentar sus estándares la corporación se enfrentara a un problema de personal insuficiente como lo demuestra los porcentajes obtenidos de “SUFICIENTE” e “INSUFICIENTE” por

lo que es necesario tener en cuenta todos los posibles escenarios que se puedan presentar a lo largo del año y tener planes de contingencia para los operarios y así afrontar los escenarios que se puedan presentar para seguir produciendo a un ritmo óptimo y cumplir con las necesidades del mercado.

IV. ¿Considera que hay retrasos en el flujo de materiales entre los puestos de trabajo?

Siempre	Ocasional	Nunca	Total
5	21	4	30
17%	70%	13%	100%

■ Siempre ■ Ocasional ■ Nunca



Análisis

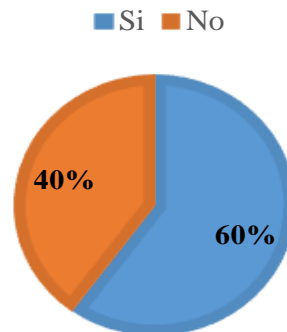
El 70% de los entrevistados considera que el flujo de materiales se retrasa en ocasiones, mientras que el 17% menciona que siempre se retrasa el flujo de materiales y con un 13% de entrevistados se evidencia que mencionaron que nunca se retrasa la materia prima.

Interpretación

Los resultados obtenidos por parte de los entrevistados permiten evidenciar que el flujo de materia prima no es el adecuado por lo que puede generar retrasos considerables, por lo tanto el plazo de entrega a los clientes también aumenta y juntando al porcentaje de los entrevistados que menciona que siempre hay retraso podemos darnos cuenta que hay una mala distribución en la línea haciendo que los recorridos de manipulación también se vean incrementados, volviendo a flaquear en el plazo de entrega y con ello podemos entender que es un problema al que se le debe dar sugerencias para mejorarlo.

- V. ¿La distribución y el orden de los puestos de trabajo en la planta de producción es la adecuada para realizar todas las actividades sin contratiempos?

Si	No	Total
18	12	30
60%	40%	100%



Análisis

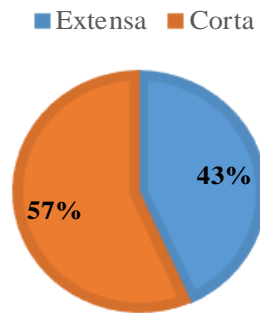
El 60% de los entrevistados respondieron que la distribución de la planta es la adecuada para no tener contratiempos en la producción mientras que el 40% objeto y menciona que no se sienten cómodos para trabajar con la distribución de la planta en la actualidad.

Interpretación

Los resultados de las encuestas ayudan a evidenciar que la mayor parte de los operadores se sienten cómodos con la distribución en cuanto al orden de su estación de trabajo, pero el porcentaje de incomodidad es considerable y por tal razón sus tiempos de producción y los movimientos realizados en sus actividades no sean los indicados, retrasándolos o incluso causando incomodidad y fatiga muscular lo que deriva en una producción que no es la adecuada.

- VI. La distancia que recorre el material de su estación de trabajo hacia la siguiente estación de trabajo es:

Extensa	Corta	Total
13	17	30
43%	57%	100%



Análisis

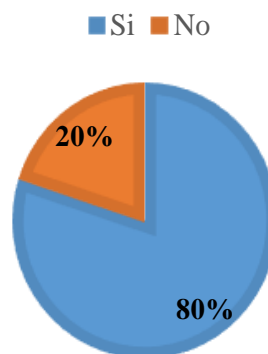
El 57% de los entrevistados señalaron que la distancia que recorre el material es corta, y el 43% restante manifestó que las distancias recorridas por los materiales son largas.

Interpretación

La distribución de la planta juega un papel importante tanto para el trabajador como para la producción, de esto dependerá como el trabajador se desenvuelva en la jornada, como se puede evidenciar un porcentaje considerable menciona que la distribución no es la adecuada por lo que los transportes de materia prima al igual que los movimientos que se realizan son varios causando fatiga y una disminución del ritmo de trabajo por lo cual es necesario sugerir una posible mejora en cuanto a distribución de estaciones de trabajo como en el flujo de material.

VII. ¿Las herramientas necesarias para realizar su trabajo están ubicadas en lugares apropiados?

Si	No	Total
24	6	30
80%	20%	100%



Análisis

El 80% de los entrevistados consideran que las herramientas utilizadas para realizar sus actividades están ubicadas en lugares adecuados mientras que el 24% opina que las herramientas no ubican en lugares adecuados.

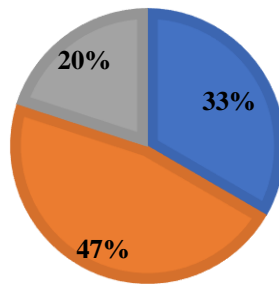
Interpretación

Las herramientas son un factor muy importante al realizar el proceso productivo en la corporación y juegan un papel crucial en el tiempo que se necesita para confeccionar una prenda, será mayor el tiempo si el operador requiere muchos recursos para localizar la herramienta que necesita y con ello la capacidad de producción será menor, además generara estrés, fatiga en los operadores que son factores negativos que perjudican directamente con su productividad.

VIII. Se siente motivada/o para realizar las actividades en su puesto de trabajo?

Siempre	En Ocasiones	Nunca	Total
10	14	6	30
33%	47%	20%	100%

■ Siempre ■ En Ocasiones ■ Nunca



Análisis

El 33% de los entrevistados menciono que siempre se encuentran motivados en el día a día mientras realizan sus actividades, mientras que el 47% manifestó que solo en ocasiones y además el 20% menciono que nunca se encuentra motivado para realizar sus actividades.

Interpretación

Un factor importante dentro de ambiente laboral siempre será la motivación que reciban los operadores de parte de sus superiores, un trabajador motivado rendirá más porque se siente mejor en su puesto y lo realiza con mayor eficacia, aumentando su sensación de pertenencia a la corporación y al equipo, además la corporación será foco para nuevos talentos gracias a su buena imagen. Tan importante es retener el talento como captarlo, por lo que es importante desarrollar estrategias en la corporación para ambos objetivos.

3.1.6. Descripción de las actividades en la planta de producción

La planta en la corporación IMPACTEX se divide en cuatro diferentes áreas:

- 1) Área de corte
- 2) Área de confección
- 3) Área de control de calidad
- 4) Área de bodega

Área de corte

- 1) **Recepción de la programación.** Es un proceso en el cual el encargado del área de corte recibe la planificación de producción y los requerimientos de materia prima necesaria para realizar la producción.

IMPACTEX **FEDIDO**
Nº: 70762
Fecha: 09/03/2022

Cliente: PAZ CUMBICOS JORGE RENE
Dirección: (EL PANGUI) EL PANGUI - LOJA SN Y BENIGNO CRUZ
Ciudad: EL PANGUI
Teléfono: 0986502207 RUC: 1105022063001
Hora Ped: 16:08:11 Hora Auto: 11:36:02
Asesor: SHOWROOM Hora Impre.: 11:47:37
Transporte:
Observa.: DEPOSITO

CODIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	REAL
BH 7021-38	SLIM CORTE EN MALLA EN COSTADOS	DOCENA	2	✓
BH 7021-40	SLIM CORTE EN MALLA EN COSTADOS	DOCENA	2	✓
BH 7021-42	SLIM CORTE EN MALLA EN COSTADOS	DOCENA	1	✓
BH 7030-42	CLASSIC CON VIVO EN PANEL Y MAYA EN FRENTE	DOCENA	1	✓

T. unidades: 0
T. descens: 6

Figura 17.-Programación de pedidos.

- 2) **Trazo.** Es un proceso en el cual se genera un patrón en la mesa de corte midiendo con un flexómetro el largo y ancho que debe tener la tela para poder distribuir los moldes (plantilla), según las necesidades de producción.



Figura 18.-Plantilla para corte.

- 3) **Tendido.** Es un proceso en el cual se tiende la tela en capas según el patrón que se haya previamente trazado en la mesa, las capas serán las necesarias para satisfacer a la programación de producción.



Figura 19.-Tendido de tela.

- 4) **Cortado.** Es un proceso en el cual se corta la tela con ayuda de una sierra de tela eléctrica siguiendo los patrones preestablecidos para obtener las piezas.



Figura 20.-Corte de tela.

- 5) **Levantado del corte.** Es un proceso en el cual se retiran las piezas cortadas y se las va ordenando por tallas para formar paquetes según lo programado.



Figura 21.-Clasificación y empaquetado de piezas.

- 6) **Traslado de paquetes.** Es un proceso en el cual los paquetes se trasladan al centro de trabajo para realizar el código BH 7021.



Figura 22.-Paquetes con el producto cortado.

Área de confección

En el área de confección se distribuyen actividades necesarias para la conformación de los productos, cuenta con equipos adecuados y un personal calificado para cumplir con las demandas de la corporación. Las actividades que se realizan en esta área son las siguientes:

1. **Marmeteo.** Es un proceso en el cual el operador separa las piezas que consiste en el delantero, el posterior, las bombas, el refuerzo y espaldas de acuerdo al color y talla.



Figura 23.-Proceso de Marmeteo.

2. **Flaximer.** Es un proceso en el cual el operador se encargan de coser los refuerzos posteriores, las dos delanteras y la malla, para formar el cuerpo del del bóxer.



Figura 24.-Proceso de flaximer.

3. **Fundillo.** Es un proceso en el cual el operador arma la bola con la bomba para ser unido con el cuerpo del bóxer mediante con la maquina fundilladora.



Figura 25.-Proceso de fundillo.

4. **Patinadores, corte de hilachos.** Es un proceso en el cual el operador retira los hilachos manualmente de las bastas, de la bomba y de la espalda.



Figura 26.-Proceso de patinado.

- 5. Elastizado.** Es un proceso en el cual el operador se encarga de unir el cuerpo con el elástico.



Figura 27.-Proceso de colocado de elástico.

- 6. Patinadores, volteo de bóxer.** Es un proceso en el cual el operador da la vuelta y deja derecho al bóxer y los apila.

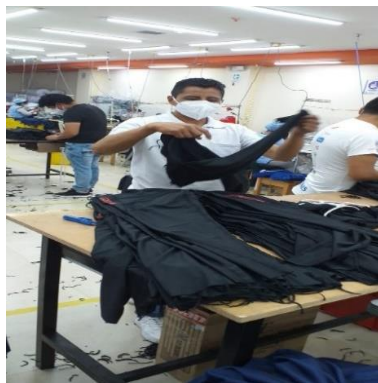


Figura 28.-Proceso volteo de bóxer.

7. **Recubierto de las piernas.** Es un proceso en el cual el operador dobla a 2 cm las bastas del bóxer y las cose en la maquina recubridora y forma un dobladillo.

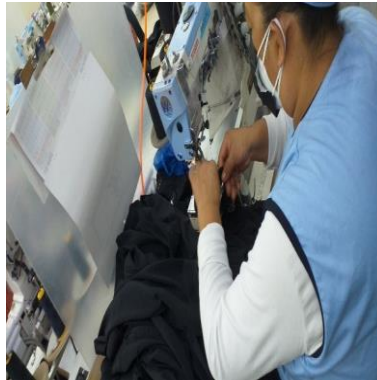


Figura 29.-Proceso de recubierto de las piernas.

8. **Etiquetado.** Es un proceso en el cual el operador cose la etiqueta para especificar la talla y los datos técnicas del material.



Figura 30.-Proceso de etiquetado.

9. **Pulido.** Es un proceso en el cual el operador se encarga de recortar el excedente de hilo (hilachas) en tres puntos, en la etiqueta y en las dos piernas.



Figura 31.-Proceso de pulido.

10. Corte de elástico. Es un proceso en el cual el operador corta de un rollo de elásticos las tallas requeridas y los colores correspondientes con la maquina cortadora de elásticos,



Figura 32.-Proceso de corte de elástico.

11. Cosido de elástico. Es un proceso en el cual el operador recibe el elástico cortado y cose los extremos con la maquina unidora de elásticos.



Figura 33.-Proceso de cosido de elástico.

12. Conteo del producto terminado. Es un proceso en el cual el operador cuenta el producto terminado y lo compara con los datos proporcionados en la hoja de control de producción, una vez contado se emite una factura especificando el código del producto, la cantidad, talla, color, orden de corte y termina el proceso.

Área de control de calidad

1. **Revisión del producto.** Es un proceso en el cual el operador se encarga de revisar que el producto se encuentre en excelentes condiciones, revisa que no tenga manchas, rayas, no este rasgada, las costuras sean las adecuadas, las etiquetas estén en su lugar y bien cosidas.



Figura 34.-Proceso de revisión del producto.

2. **Surtido.** Es un proceso en el cual el operador se encarga de ordenar media docena de producto en distintos colores.



Figura 35.-Proceso de surtido.

3. **Doblado.** Es un proceso en el cual el operador realiza el doblado de la prenda de una forma adecuada de tal manera que quepa correctamente en su caja.



Figura 36.-Proceso de doblado.

- 4. Colocado de caja.** Es un proceso en el cual el operador recibe el producto doblado y lo introduce en una caja pequeña y la cierra.



Figura 37.-Proceso de colocado de caja.

- 5. Colocado de sobre.** Es un proceso en el cual el operador recibe la caja sellada y coloca un sobre que resalta el empaque del producto.



Figura 38.-Proceso de colocado de sobre.

- 6. Enfundado.** Es un proceso en el cual el operador toma seis cajitas con el producto en su interior y los colocan en una funda y la sellan.



Figura 39.-Proceso de enfundado.

- 7. Empacado.** Es un proceso en el cual el operador llena un cartón con un determinado número de fundas del producto.

Área de bodega

- 1. Recepción de cartones con el producto terminado.** Es un proceso en el cual el operador recibe los cartones del producto terminado que fue empacado previamente en el área de control de calidad.
- 2. Análisis de la guía.** Es un proceso en el cual el operador se encarga de contar cada paquete recibido del área de control de calidad, coteja si coincide la información de la guía con la cantidad de producto recibido.
- 3. Apilado para despachar.** Es un proceso en el cual el operador se encarga de apilar en perchas el producto para su pronta distribución.

Recursos utilizados para la elaboración del bóxer BH 7021

Humanos

Para la elaboración del bóxer con el código BH 7021 es necesario de 4 operadores en el área de corte, 9 operadores en el área de confección y 4 operadores en el área de control de calidad.

Materia prima

La microfibras y los insumos necesarios para la confección del código BH 7021, es importada desde Colombia, cumplen con los estándares que exige la corporación para la confección de un producto de alta calidad que satisface a sus clientes.

Maquinaria

Las máquinas descritas en la tabla 22, reciben un mantenimiento preventivo cada 4 meses, un mantenimiento cero horas (Overhaul) cada fin de año, además un técnico se encarga de calibrarlas cada día las máquinas.

Tabla 22.- Descripción de la maquinaria.

Maquina	Marca	Modelo
Recta	BROTHER	S-7200C-403
Overlook	SIRUBA	514M2-24
Overlook	PEGASUS	W662PVH-33A
Overlook	SIRUBA	F-505F1-04
Flaximer	PEGASUS	W562PV-01D
Elasticadora	PEGASUS	CW562N-05CB
Recubridora	PEGASUS	W1662-01G
Rematadora	UNISUN	US-520
Cortadora de elástico	JEMA	JM – 120H

3.1.7. Análisis del tiempo de permanencia de la materia prima por área en la corporación IMPACTEX

Descritas las áreas y las actividades de la corporación, se procede a estimar el tiempo de permanencias de la materia prima en cada una de las áreas (tabla 23), con la finalidad de validar los resultados obtenidos en la entrevista realizada a los jefes de cada área.

Tabla 23.-Análisis a priori del tiempo de permanencia de la materia prima en cada área.

Área	Actividad	Tiempo de cada actividad
Área de corte	Recepción de la programación	20 segundos
	Trazo	60 segundos
	Tendido	64 segundos
	Cortado	33 segundos
	Levantado del corte	20 segundos
	Traslado de paquetes	22 segundos
	TOTAL	219 segundos

Área	Actividad	Tiempo de cada actividad
Área de confección	Flaximer	79 segundos
	Fundillo	46 segundos
	Patinadores, corte de hilachos	35 segundos
	Elastizado	58 segundos
	Patinadores, volteo de bóxer	17 segundos
	Recubierto de las piernas	48 segundos
	Etiquetado	16 segundos
	Pulido	27 segundos
	Conteo del producto terminado	13 segundos
	TOTAL	339 segundos
Área de control de calidad	Revisión del producto	18 segundos
	Surtido	14 segundos
	Doblado	9 segundos
	Colocado de caja	11 segundos
	Colocado de sobre	15 segundos
	Enfundado	13 segundos
	Empacado	10 segundos
	TOTAL	90 segundos
Área de bodega	Recepción de cartones con producto	45 segundos
	Análisis de la guía	20 segundos
	Apilado para despachar	22 segundos
	TOTAL	87 segundos

Determinación de área crítica en la corporación IMPCTEX

Obtenidos los tiempos a priori de las actividades que se realizan en cada área se realiza un cuadro resumen que se presenta en la tabla 24.

Tabla 24.-Área crítica según el tiempo de permanencia de la materia prima.

	Tiempo total en segundos	Tiempo total en minutos
Área de corte	219	3,65
Área de confección	339	5,65

	Tiempo total en segundos	Tiempo total en minutos
Área control de calidad	90	1,5
Área de bodega	87	1,45

La tabla 25, permite visualizar el área crítica de la corporación IMPACTEX para la producción del bóxer BH 7021, con lo cual se validan los datos obtenidos en la entrevista por parte de los jefes de área, por este motivo la investigación se centrará en dicha área donde se estandarizo los tiempos de las actividades y además se propuso mejoras para optimizar su desempeño.

La población objeto de análisis del área de confección se presenta en la tabla 25.

Tabla 25.-Población del área de confección.

Actividad	Número de operadores
Marmeteo	1
Flaximer	1
Fundillo	1
Patinadores	4
Elastizado	1
Corte de elástico	1
Recubierto	1
Etiquetado	1
Pulido	1
Conteo	1
TOTAL	13

3.1.8. Estudio de tiempos

Flujograma del proceso

El flujo del proceso determina el tratamiento de la materia prima en cada área de producción hasta transformarse en el producto terminado, a continuación, en la figura 40, se representa las actividades que se realizan en cada área de producción.

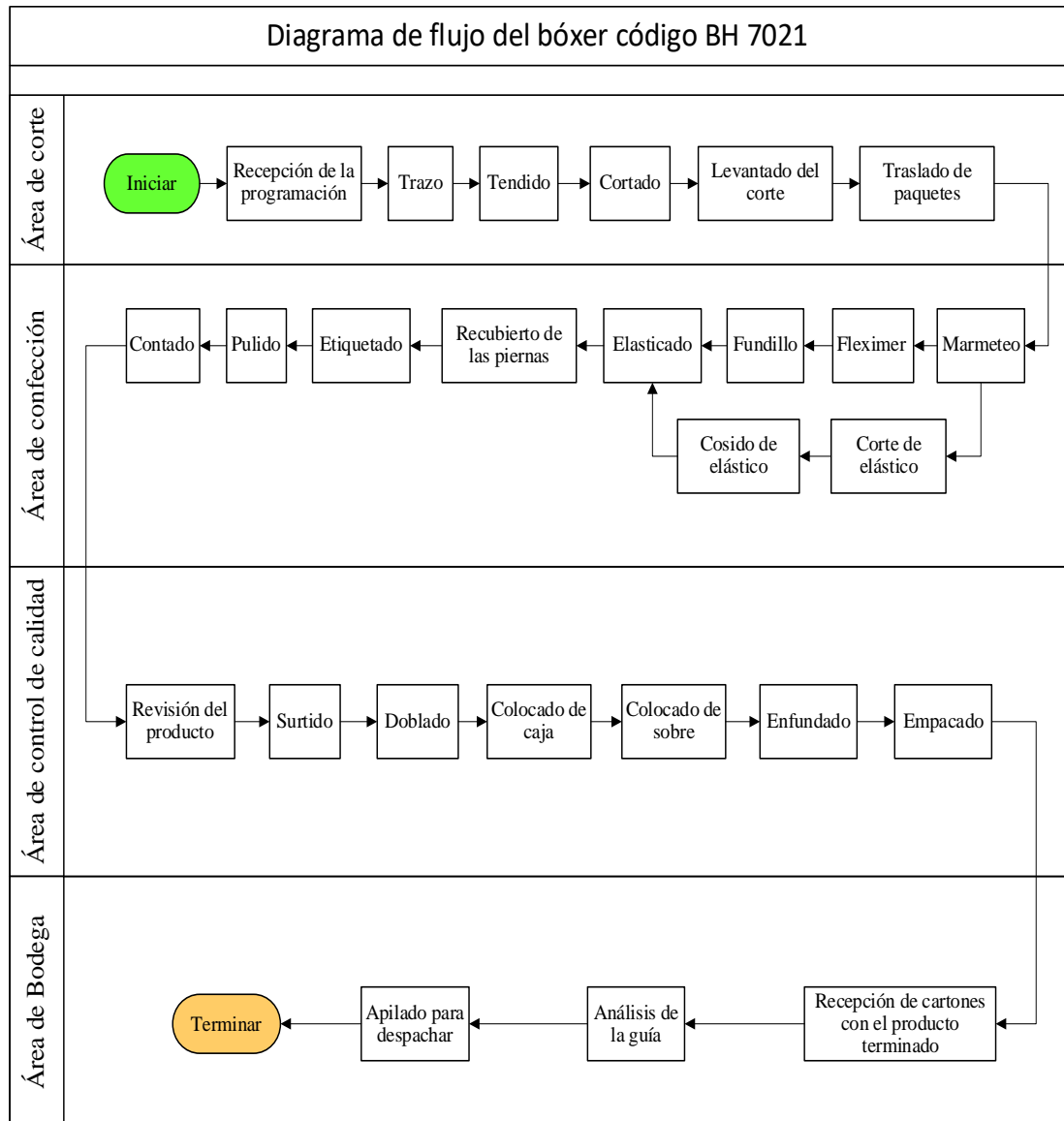


Figura 40.-Diagrama de flujo del proceso.

Cabe recalcar que el estudio es realizado en el área de confección. A continuación, se describe en la figura 41, el flujograma de la secuencia de las actividades que se realizan en el área de confección hasta obtener el producto terminado.

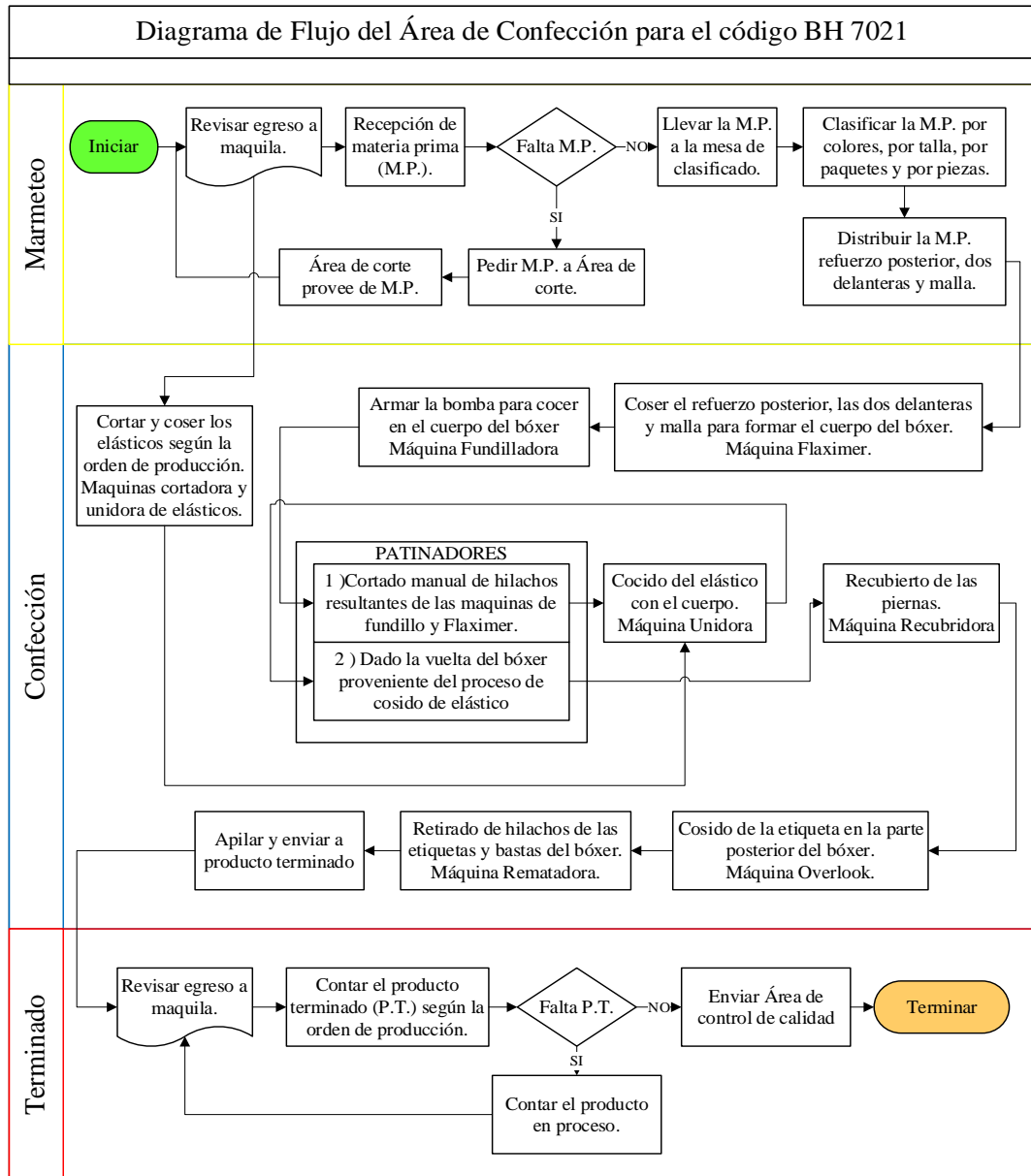


Figura 41.-Diagrama de flujo área de confección.

La actividad correspondiente al Marmeteo, cortado y cocido de elástico no será tomada en cuenta para realizar el estudio de tiempos, por la razón que para su concepción es necesario que dichos procesos se los tenga que realizar un día antes a la producción del código BH 7021.

A continuación, en la figura 42, se presenta el Layout del área de confección de la corporación IMPACTEX

Planimetría del área de confección de la corporación IMPACTEX

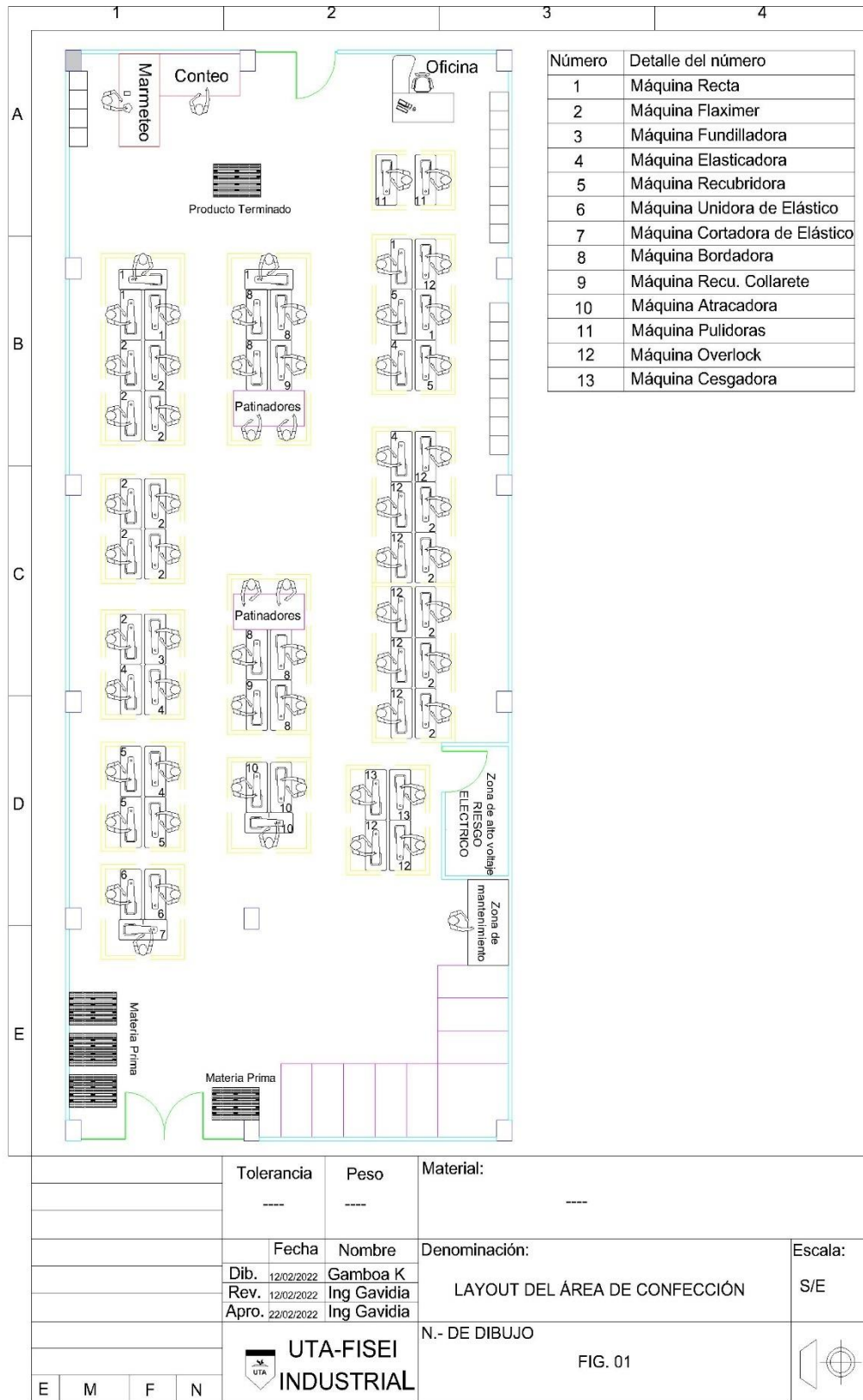


Figura 42.-Layout del área de confección de la corporación IMPACTEX.

Descripción del proceso productivo

A continuación, en la table 26, se describen todas las actividades que se realizan para el conformado de producto BH 7021 separada en transportes y operaciones.

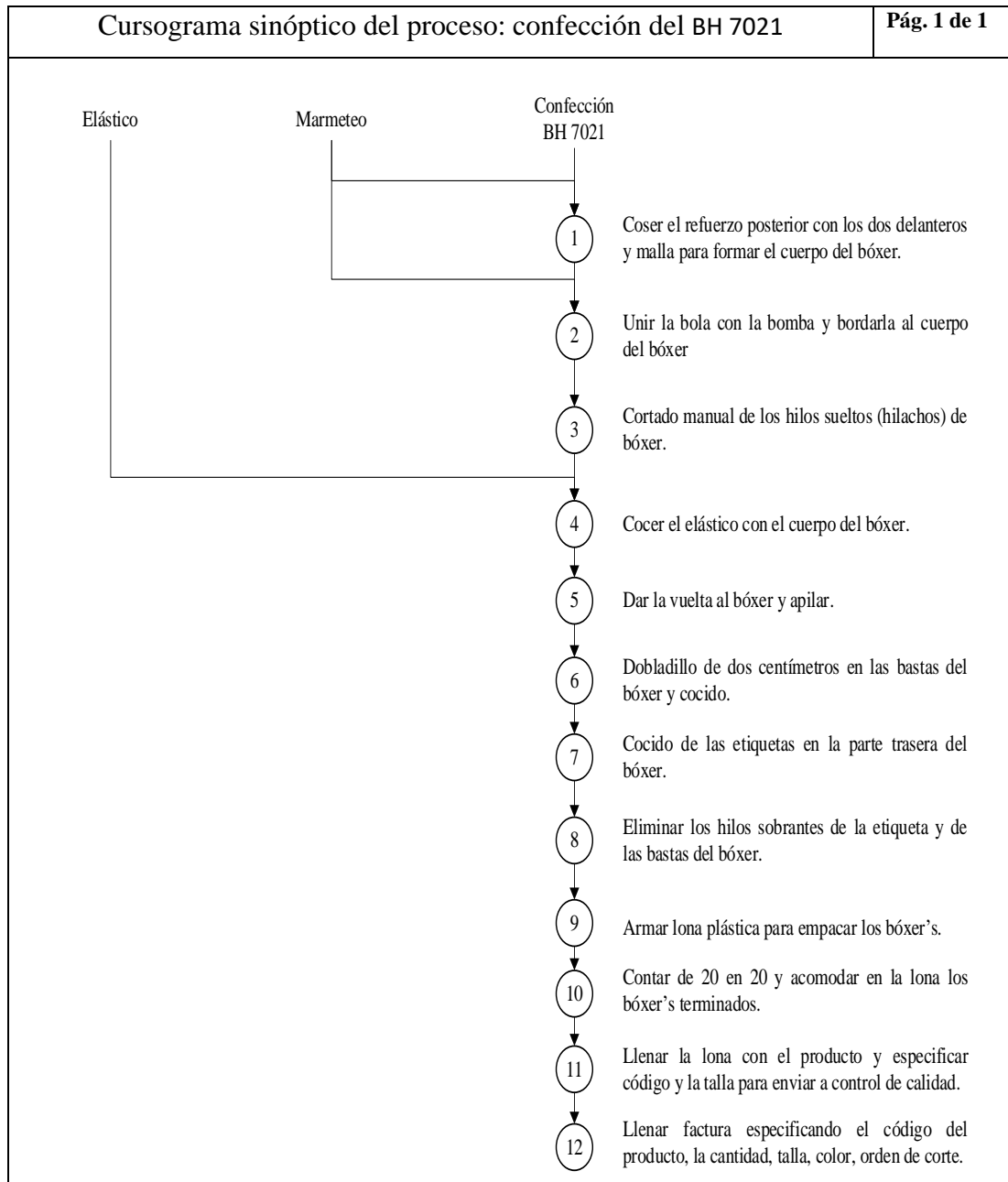
Tabla 26.- Actividades para el conformado del bóxer BH 7021.

Operación	Descripción	Código
Transporte 1:	Llevar desde Marmeteo el refuerzo posterior, dos delanteros y malla hasta proceso de flaximer.	T1
Operación 1:	Coser con la maquina flaximer el refuerzo posterior con los dos delanteros y malla para formar el cuerpo del bóxer.	O1
Transporte 2:	Llevar el cuerpo del bóxer a la fundilladora	T2
Transporte 3:	Llevar desde el Marmeteo la bomba y la bola al proceso de fundillo.	T3
Operación 2:	Unir la bola con la bomba al cuerpo del bóxer con la fundilladora.	O2
Transporte 4:	Llevar a patinadores.	T4
Operación 3:	Cortado manual de los hilos sueltos (hilachos) de bóxer.	O3
Transporte 5:	Llevado del bóxer a la elasticadora.	T5
Transporte 6:	Llevar elástico desde el puesto del conformado de elástico a la elasticadora.	T6
Operación 4:	Cocer el elástico con el cuerpo del bóxer.	O4
Transporte 7:	Llevar a patinadores.	T7
Operación 5:	Dar la vuelta al bóxer y apilar.	O5
Transporte 8:	Llevar bóxer dado la vuelta al recubierto de las piernas.	T8
Operación 6:	Dobladillo de dos centímetros en las bastas del bóxer y cocido en la máquina recubridora.	O6
Transporte 9:	Llevar a la maquina etiquetadora.	T9
Operación 7:	Cocido de las etiquetas en la parte trasera del bóxer con la maquina recta.	O7
Transporte 10:	Llevar a proceso de pulido.	T10
Operación 8:	Eliminar los hilos sobrantes de la etiqueta y de las bastas del bóxer con la maquina rematadora.	O8
Transporte 11:	Llevar al proceso de conteo.	T11
Operación 9:	Armar lona plástica para empacar los bóxer's.	O9
Operación 10:	Apilar los bóxer's para ser contados.	O10
Operación 11:	Contar los boxer's terminados.	O11
Operación 12:	Llenar factura especificando el código del producto, la cantidad, talla, color, orden de corte.	O12

Cursograma sinóptico del proceso actual: confección del bóxer BH 7021

En el cursograma sinóptico de la tabla 27, visualizamos todas las actividades y la secuencia que deben seguir para obtener el bóxer BH 7021

Tabla 27.-Cursograma sinóptico del proceso actual: confección del BH 7021.



Cursograma analítico del proceso actual: confección del bóxer BH 7021

Para la elaboración del cursograma analítico se realizó una primera estimación cronometrada del tiempo que se toma cada operador en realizar sus actividades, además se midió con un flexómetro la distancia que deber recorrer cada operador cuando se trasladan de actividad en actividad. De la tabla 26, solo se tendrá en cuenta los códigos para una mejor comprensión y se los presenta en la tabla 28.



Tabla 28.- Tiempos a priori para las actividades.

Código	Tiempo (seg)	Código	Tiempo (seg)
T1	13,00	T8	12,00
O1	62,00	O6	22,00
T2	12,00	T9	16,00
T3	14,00	O7	9,00
O2	19,00	T10	7,00
T4	7,00	O8	14,00
O3	18,00	T11	9,00
T5	11,00	O9	0,21
T6	14,00	O10	6,00
O4	23,00	O11	0,75
T7	13,00	O12	0,03
O5	2,00	Total	5,65

Los tiempos obtenidos para cada actividad se los visualiza en la tabla 28, los mismo que se introducen en el cursograma analítico (tabla 29), y así tener una idea clara de cómo se realiza el trabajo en la corporación IMPACTEX.

También se anotan las distancias que recorren los operadores en cada actividad de transporte que ellos realizan a lo largo de su jornada de trabajo.

Tabla 29.- Cursograma analítico del proceso actual: confección del BH 7021.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización								
ESTUDIO DE TRABAJO CURSOGRAMA ANALÍTICO										
Prod. analizado:	BH 7021	Metodo:	Actual	Hoja:	01					
Departamento:	Confección	Realizado por:	Gamboa K.	Diagrama:	01					
Material:	T. microfibra, hilos, malla	Aprobado por:	Ing. Gavidia J.	Fecha:	18/3/2022					
Identificación de Actividades		Código	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo					Observaciones
N.-	Descripción				●	➔	■	■	▼	
1	Llevar desde Marmeteo el refuerzo posterior, dos delanteros y malla hasta proceso de Flaximer.	T1	7,25	13,00	●					
2	Coser con la maquina Flaximer el refuerzo posterior con los dos delanteros y malla para formar el cuerpo del bóxer.	O1		62,00	●					
3	Llevar el cuerpo del bóxer a la fundilladora	T2	2,30	12,00	●					
4	Llevar desde el Marmeteo la bomba y la bola al proceso de fundillo.	T3	19,65	14,00	●					
5	Unir la bola con la bomba al cuerpo del bóxer con la fundilladora.	O2		19,00	●					
6	Llevar a patinadores.	T4	4,35	7,00	●					
7	Cortado manual de los hilos sueltos (hilachos) de bóxer.	O3		18,00	●					
8	Llevado del bóxer a la Elasticadora.	T5	14,65	11,00	●					
9	Llevar elástico desde el puesto del conformado de elástico a la Elasticadora.	T6	5,85	14,00	●					
10	Cocer el elástico con el cuerpo del bóxer en la maquina Elasticadora.	O4		23,00	●					
11	Llevar a patinadores.	T7	13,50	13,00	●					
12	Dar la vuelta al bóxer y apilar.	O5		2,00	●					
13	Llevar bóxer dado la vuelta al recubierto de las piernas.	T8	5,05	12,00	●					
14	Dobladillo de dos centímetros en las bastas del bóxer y cocido en la máquina recubridora.	O6		22,00	●					
15	Llevar a la maquina etiquetadora.	T9	5,75	16,00	●					
16	Cocido de las etiquetas en la parte trasera del bóxer con la maquina recta.	O7		9,00	●					
17	Llevar a proceso de pulido.	T10	6,40	7,00	●					
18	Eliminar los hilos sobrantes de la etiqueta y de las bastas del bóxer con la maquina rematadora.	O8		14,00	●					
19	Llevar al proceso de conteo.	T11	4,75	9,00	●					
20	Armar lona plástica para empacar los bóxer's.	O9		0,21	●					
21	Apilar los bóxer's para ser contados.	O10		6,00	●					
22	Contar los boxer's terminados.	O11		0,75	●					
23	Llenar factura especificando el código del producto, la cantidad, talla, color, orden de corte.	O12		0,03	●					

El cursograma analítico describe las actividades y el tiempo que requiere cada b6xer BH 7021 para ser confeccionado, a continuaci6n, se detalla en la tabla 30, el resumen del cursograma.

Tabla 30.- Resumen del cursograma analítico.

Actividad	Actual	Propuesta	Economía	Tiempo (s):	304
Operaci6n	12			Tiempo (min):	5,07
Transporte	11			Distancia (m):	89,50
Inspecci6n	0			Observaciones Generales:	
Demora	0			El proceso se lo realiza en secuencia por lo que solo hay operaciones y transportes.	
Almacenaje	0				
TOTAL	23				

Ratio de operaciones

El ratio de operaciones permite obtener el porcentaje de tiempo promedio que se encuentra el producto en actividades que agregan valor al producto, es la relaci6n que existe entre el total de tiempo de todas las operaciones y el tiempo total de todo el proceso analizado

La f6rmula para su c6lculo es la siguiente.

$$R_o = \frac{\text{tiempo de todas las operaciones}}{\text{tiempo total del proceso}} \quad (9)$$

Tiempo operaciones que dan valor	169 segundos
Tiempo total del proceso	304 segundos

$$R_o = \frac{169}{304} * 100\%$$

$$R_o = 56\%$$

Interpretaci6n.

El tiempo total de las actividades para el conformado del b6xer BH 7021 es de 304 segundos que genera una efectividad del 56% en el proceso, y un porcentaje de 44% de ineficacia operacional que es considerable en la meta de cumplir el prop6sito de ser m6s productivos y competitivos.

Protocolo para calcular el tiempo estándar (T_s) para cada actividad

El protocolo para obtener el tiempo estándar para cada actividad será el siguiente.

- 1) Cálculo el número de observaciones necesarias para el proceso.
- 2) Conformación de una ficha especificando el proceso y las actividades.
- 3) Conformación de una ficha donde se anote la toma de las muestras de tiempos.
- 4) Estimación de los suplementos (S) para cada proceso.
- 5) Estimación del factor (F_D) de desempeño para cada proceso.
- 6) Calcular mediante formula el tiempo estándar (T_s).

1) Cálculo del número de observaciones necesarias para el proceso.

Para realizar el cálculo del número de observaciones necesarias nos basaremos en el resumen que nos proporciona la tabla 28, en el apartado que hace mención al tiempo en minutos para realizar un bóxer HB 7021.

Para calcular la muestra nos basaremos en la tabla 2, sugerida por General Electric la cual se presenta a continuación.

El tiempo para el proceso de confección del bóxer BH 7021 es de 5 minutos sin tomar en cuenta los segundos, entonces nos dirigimos a la casilla de 4 a 5 minutos de la tabla 31, sugerida por la General Electric la cual nos sugiere que 15 observaciones del proceso son las adecuadas para obtener un tiempo promedio (\bar{x}_s) de las actividades.


Tabla 31.- Elección del número de observaciones.

TIEMPO DE CICLO (MINUTOS)	NUMERO DE CICLOS QUE CRONOMETRAR
4,00 – 5,00	15
5,00 – 10,00	10
10,00 – 20,00	8

2) Conformación de una ficha especificando el proceso y las actividades

La ficha que se presenta en la tabla 32, dispone de la información relevante del proceso que se va analizar y se ha conformado con ayuda de la jefa de producción de la corporación IMPACTEX.

Tabla 32.-Descripción del proceso actual para la actividad flaximer.

Área	Confección	
Responsable	Ing. Silvana Tonato	
Cargo del responsable	Jefe de Producción	
Estudio N.-	01	
Método	Actual	



Producto	Bóxer hombre BH 7021
Material	Tela de microfibra, malla e hilos
Actividad	Flaximer
Maquina	Flaximer

Detalle	Código para el detalle
Llevar desde Marmeteo el refuerzo posterior, dos delanteros y malla hasta proceso de flaximer.	T1
Coser con la maquina flaximer el refuerzo posterior con los dos delanteros y malla para formar el cuerpo del bóxer.	O1
Llevar el cuerpo del bóxer a la fundilladora	T2

3) Conformación y llenado de una ficha donde se anote la toma de las muestras de tiempos.

La tabla 33, muestra las observaciones realizadas en cada actividad.

Tabla 33.-Observaciones actuales para la actividad flaximer.

	Area	Confección	Producto	BH 7021	
	Actividad	Flaximer	Material	Tela Microfibra	
	Ciclos	En Segundos	Máquina	Flaximer	
	Observador	Kleber Gamboa	Estudio N.-	01	
	Lectura	Vuelta a cero	Método	Actual	

Act.	Ciclos															Promedio X(s)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
T1	17,00	17,00	15,00	18,00	17,00	18,00	15,00	16,00	18,00	15,00	18,00	18,00	18,00	17,00	18,00	17,00
O1	60,00	61,00	61,00	62,00	62,00	60,00	62,00	62,00	60,00	62,00	61,00	60,00	61,00	60,00	60,00	60,93
T2	0,63	0,71	0,71	0,63	0,69	0,72	0,75	0,67	0,67	0,66	0,75	0,58	0,75	0,63	0,63	0,68
X(s) (seg)																78,61
X(s) (min)																1,31

4) Estimación de los suplementos "S"

Para estimar los suplementos para cada actividad, en primera instancia es necesario conocer el trabajo que se realiza en la corporación, y así poder estimar los suplementos más pertinentes posibles, en una segunda instancia nos guiaremos en la tabla de 3, presentada en el marco teórico, la cual hace referencia a los suplementos por descanso

que la Organización Internacional del Trabajo (OIT) proporciona para su adecuada estimación y obtenemos la tabla 34, donde se presentan los suplementos que mejor se ajustan a la actividad analizada.

Tabla 34.- Estimación actual de los suplementos “S” para la actividad flaximer.

A. Suplementos constantes	Mujer
Necesidades personales	7
Básicos por fatiga	4
B. Suplementos variables	
b) Trabajo de pie	1
• Ligeramente incomoda	
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar, empujar)	1
• Peso levantado 2,5 kg	
f) Tensión visual, Trabajo de precisión o fatigosa	2
g) Ruido	2
• Sonido intermitente y fuerte	
h) Tensión mental	1
• Proceso algo complejo	
TOTAL	18

5) Estimación del factor F_d de desempeño

Para la estimación del factor de desempeño se analizó con ayuda de la jefa de producción las aptitudes de cada operador y el tiempo que lleva realizando el trabajo en la corporación y en otras empresas donde laboro con antela, y mediante la tabla 4 descrita en el marco teórico que hace referencia a la valoración británica del ritmo trabajo se pudo determinar que el Obrero calificado promedio; es activo y capaz, pagado a destajo (tabla 35).

Tabla 35.- Valoración actual del ritmo de trabaja para la actividad flaximer.

0% al 100%	Descripción del desempeño	Velocidad de marcha (km/h)
100% (ritmo tipo)	Obrero calificado promedio; es activo y capaz, pagado a destajo.	6,4

6) Calcular del tiempo estándar

Para calcular el tiempo estándar se utiliza la siguiente formula.

$$T_S = (X_{(S)} * F_{(d)}) * (1 + S) \quad (1)$$

Donde:

T_S = tiempo estándar

$X_{(S)}$ = promedio de las observaciones cronometradas

$F_{(d)}$ = factor de desempeño

S = suplementos

Tabla 36.-Calculo del tiempo estándar para la actividad flaximer.

$X_{(S)} =$	1,39 minutos
$F_{(d)} =$	100% \approx 1
$S =$	18 \approx 0,18

Reemplazamos los datos en la fórmula 9

$$T_S = (1,31 \text{ min} * 1) * (1 + 0,18)$$

$$T_S = 1,55 \text{ min}$$

Resumen del tiempo estándar para cada actividad

El protocolo se aplica para cada actividad que se realiza en el área de confección y así obtenemos los tiempos estándar para las mismas (tabla 37), los cálculos se los puede visualizar en los anexos.

Tabla 37.-Tiempo estándar actual para cada actividad del área de confección.

Actividad	Tiempo estandar Ts (min)
Flaximer	1,55
Fundillo	0,90
Patinadores, corte de hilachos	0,70
Elastizado	1,14
Patinadores, volteo de bóxer	0,34
Recubierto de las piernas	0,94
Etiquetado	0,31
Pulido	0,53
Conteo del producto terminado	0,25
TOTAL	6,67

Cálculo de la capacidad de producción por actividad.

Obtenido el cálculo del tiempo estándar se procede a calcular la capacidad de producción para cada actividad utilizando la ecuación 2.

$$C_P = \frac{1}{T_s} = \frac{1}{1,55 \text{ minuto}} = 0,6468 \frac{\text{unidades}}{\text{minuto}} \quad (2)$$

$$C_P = 0,6468 \frac{\text{unidades}}{\text{minuto}} * \frac{60 \text{min}}{1 \text{ hora}} * \frac{7 \text{ horas}}{1 \text{ jornada}} = 271,67 * \frac{1 \text{docena}}{12 \text{ unidades}} = 22,66 \approx 23 \frac{\text{docenas}}{\text{jornada}}$$

Tabla 38.-Capacidad de producción actual para cada actividad del área de confección.

Actividad	CP en unidades por jornada	CP en docenas
Flaximer	272	23
Fundillo	466	39
Patinadores, corte de hilachos	601	50
Elastizado	369	31
Patinadores, volteo de bóxer	1221	102
Recubierto de las piernas	446	37
Etiquetado	1335	111
Pulido	785	65
Conteo del producto terminado	1681	140

Análisis

La actividad correspondiente a flaximer es la que limita la producción a 23 docenas por jornada de trabajo, por lo que es necesario optimizar el sistema para explotar el área de confección y mejorar el proceso productivo.

Balaceo actual de la línea de ensamble.

El método se empleó para conocer el balance con el que cuenta la línea de ensamble del producto analizado y tener en cuenta la eficiencia de la misma.

Tabla 39.-Determinación actual de las precedencias de las actividades.

Tarea	Actividad	Tiempo (min.)	Precedencia
A	Flaximer	1,55	N/A
B	Fundillo	0,90	A
C	Patinadores, corte de hilachos	0,70	B
D	Elastizado	1,14	C
E	Patinadores, volteo de bóxer	0,34	D
F	Recubierto de las piernas	0,94	E
G	Etiquetado	0,31	F
H	Pulido	0,53	G
I	Conteo del producto terminado	0,25	H
	Minuto total del operario	6,67	

El diagrama de precedencia presente en la figura 43, permite visualizar que el proceso es lineal, el producto analizado va de una operación a otra respectivamente.

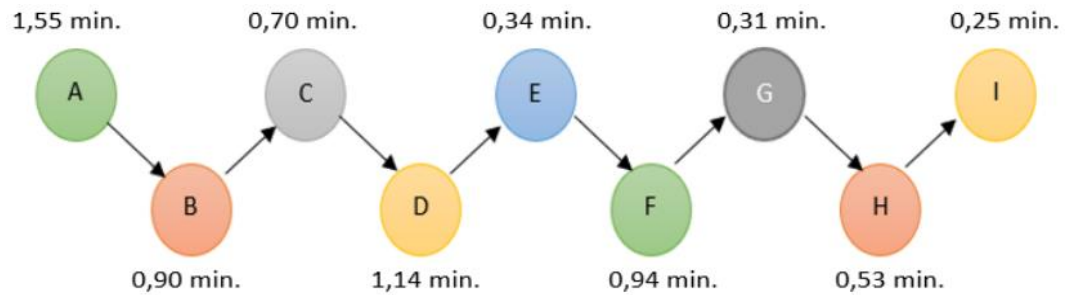


Figura 43.-Diagrama de precedencia actual.

El balance actual en el área de confección se presenta en la tabla 40, a continuación.

Tabla 40.-Balance actual de la línea de ensamble del bóxer BH 7021.

Código	Actividad	Interacción 01	
		Ts (min)	Op
A	Flaximer	1,55	1
B	Fundillo	0,90	1
C	Patinadores, corte de hilachos	0,70	1
D	Elastizado	1,14	1
E	Patinadores, volteo de bóxer	0,34	1
F	Recubierto de las piernas	0,94	1
G	Etiquetado	0,31	1
H	Pulido	0,53	1
I	Conteo del producto terminado	0,25	1
Minuto total del operario		6,67	
Ciclo de control		1,55	
# de operarios		9,00	
Tiempo de línea		13,91	
% Balance		48%	
Ciclo de trabajo ajustado		1,55	
Unidad/Hora		39	
Unidad/turno		272	
Docenas/turno		23	
Unidades/operarios		30	

Interpretación.

El balance actual de la línea de ensamble es de 48% el cual no es adecuado para las necesidades de producción de la corporación.

Diagrama de recorridos actual

El diagrama de recorridos se emplea para analizar las distancias entre actividades y poder observar de forma gráfica la secuencia del proceso de conformado del bóxer BH 7021, A continuación, en la figura 44, se presenta el Layout de recorridos en el área de confección para el producto analizado.

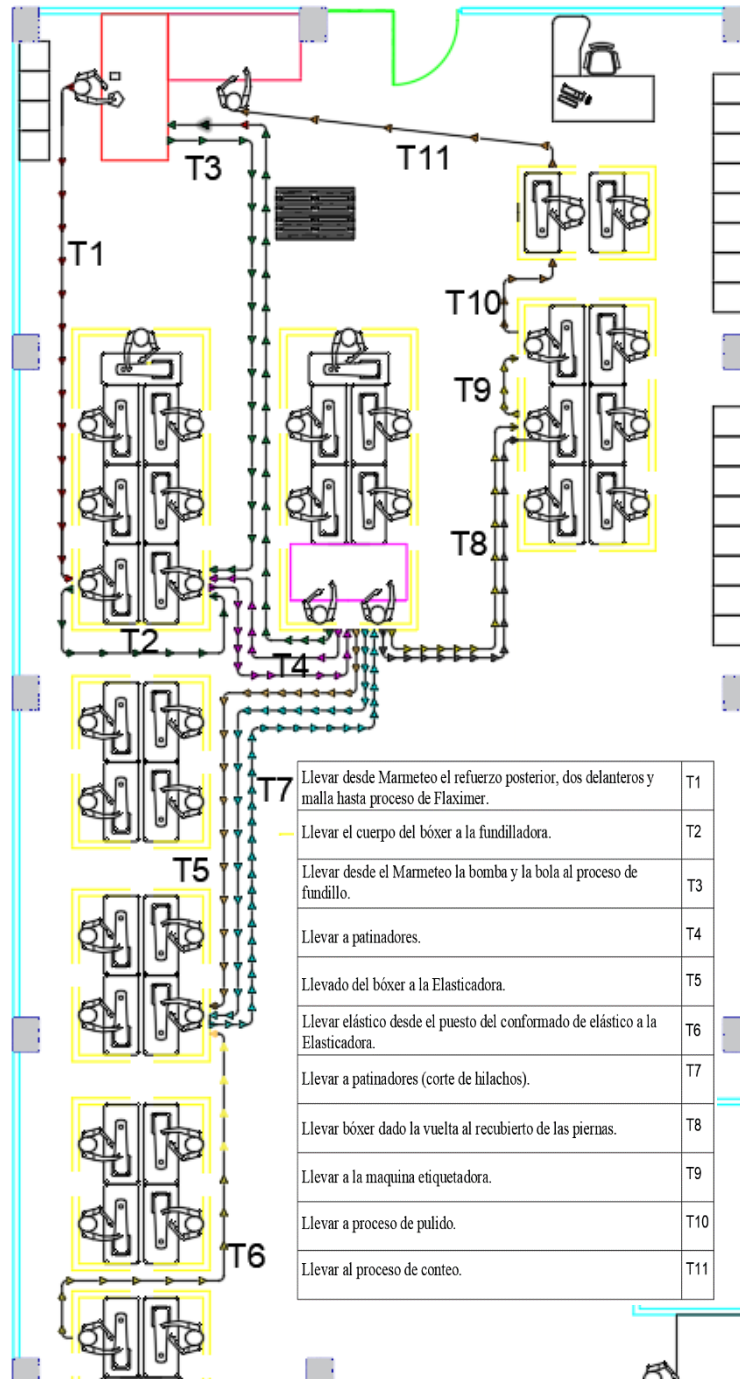


Figura 44.-Diagrama de recorridos actual para la confección del bóxer BH 7021.

3.1.9. Simulación del estado actual del proceso con el software FlexSim

Para corroborar al estudio de tiempo y movimientos realizado, se utilizará el software FlexSim.

Lógica de la simulación

Para realizar la simulación se debe identificar cada actividad y colas, por tal razón se crea una secuencia de simulación.

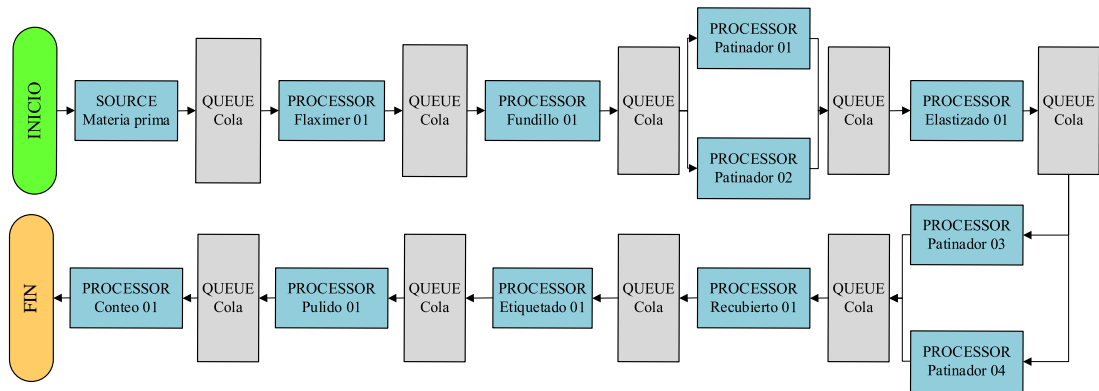


Figura 45.-Lógica de simulación del proceso de confección del bóxer BH 7021.

Con el estudio de tiempos y movimientos previamente realizado se obtiene la media (tiempo estándar) y desviación estándar en segundos de cada actividad (tabla 41), necesaria para realizar la simulación.

Tabla 41.-Resumen del estudio de tiempos actual.

Actividad	Tiempo estándar (Ts)		Desviación
	Min.	Seg.	Seg.
Flaximer	1,55	92,76	25,75
Fundillo	0,90	54,04	5,94
Pati 01	0,70	41,92	2,89
Elastizado	1,14	68,28	3,67
Pati 02	0,34	20,64	6,29
Rec. Piernas	0,94	56,48	2,27
Etiquetado	0,31	18,88	1,74
Pulido	0,53	32,10	2,19
Conteo	0,25	14,99	2,84

Determinación de las distribuciones para las actividades

Con la media y desviación estándar (tabla 40), se procede a genera mil números aleatorios en Excel mediante una distribución normal como se puede observar en la figura 46, se generan mil números aleatorios porque el software FlexSim sugiere que sean al menos esa cantidad de números para obtener una simulación adecuada.

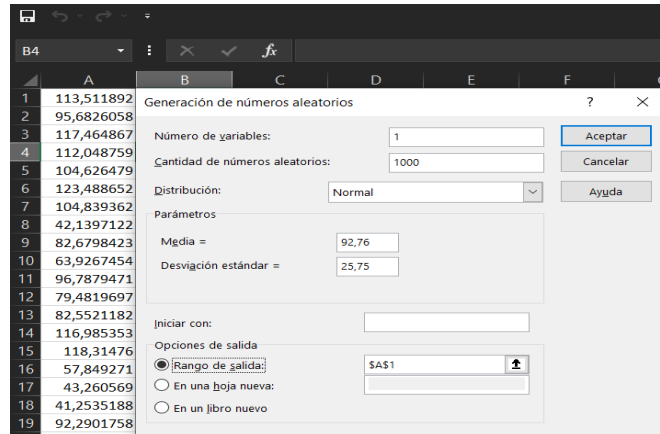


Figura 46.-Números aleatorios para la actividad flaximer, modelado actual.

Los números generados en Excel se ingresan en el módulo Expertfit y nos proporciona distribuciones a las que nuestro modelo se ajusta como se observa en la figura 47.

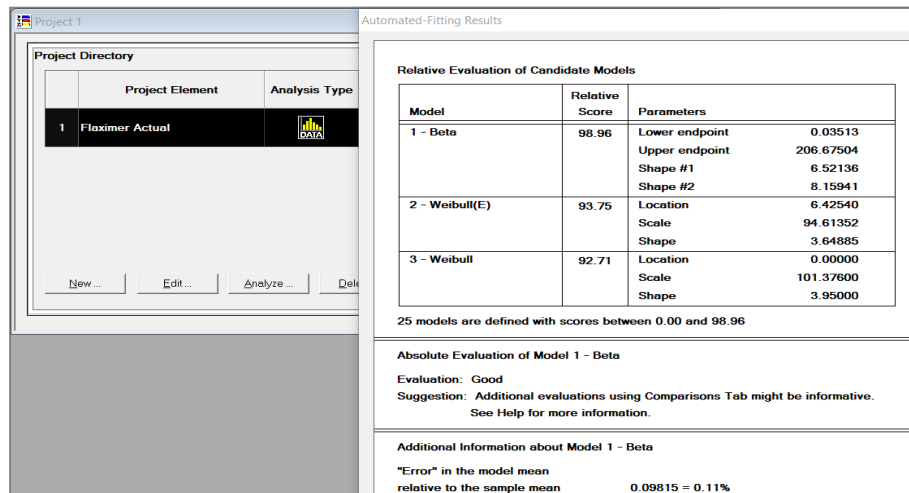


Figura 47.-Evaluación relativa de las distribuciones que mejor se ajustan a la actividad flaximer, modelado actual.

El software FlexSim en su apartado de Expertfit proporciona distribuciones para los datos ingresado, a la distribución con mayor aceptación se le aplica el estadístico de

Anderson-Darling para determinar si los mil datos son adecuados y siguen la distribución sugerida por el software como se puede observar en la figura 48.

Anderson-Darling Test with Model 1 - Beta						
Sample size	1,000					
Test statistic	0.58472					
Note:	No critical values exist for this special case. The following critical values are for the case where all parameters are known, and are conservative.					
Sample Size	Critical Values for Level of Significance (alpha)					
	0.250	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005
1,000	1.248	1.933	2.492	3.070	3.857	4.500
Reject?	No					

Figura 48.-Prueba de Anderson-Darling para la distribución obtenida de la actividad flaximer, modelado actual.

En la figura 49, se observa que los mil datos aleatorios ingresados se encuentran concentrados en su mayoría en la región interna de la curva, por tal motivo los datos son los adecuados para la simulación de la actividad analizada.

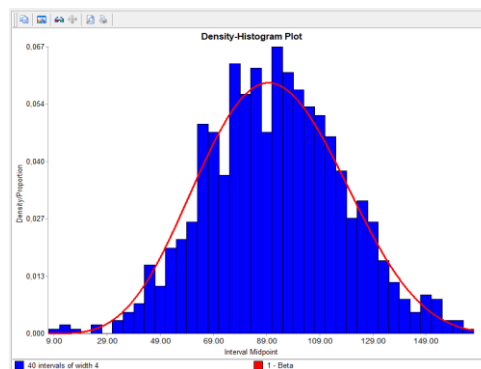


Figura 49.-Histograma de densidad de los datos obtenidos para la actividad flaximer, modelado actual.

Finalmente, Expertfit nos proporciona los parámetros a ingresar en cada “PROCESS” que va a simular las actividades del área de confección, en el apartado “When using code” de la figura 50, se observa la distribución a ingresar.

Flexsim Representation of Model 1 - Beta	
Use:	
When using a picklist option:	
Distribution	Beta
Minimum	0.035131
Maximum	206.675044
Shape1	6.521360
Shape2	8.159411
When using code:	
beta(0.035131, 206.675044, 6.521360, 8.159411, <stream>)	

Figura 50.-Parámetros para simulación de la actividad flaximer, modelado actual.

A continuación, se presentan en la tabla 42, las distribuciones que mejor se ajustan a cada actividad de área de confección de la corporación IMPACTEX. El análisis para las demás distribuciones se encuentra en los anexos.

Tabla 42.-Resumen de las distribuciones para cada actividad, modelado actual.

Actividad	Distribución para la simulación FlexSim
Flaximer	beta(0.035131, 206.675044, 6.521360, 8.159411, <stream>)
Fundillo	erlang(0.026367, 0.687393, 78.000000, <stream>)
Pati 01	beta(16.044175, 61.516455, 33.816193, 26.729286, <stream>)
Elastizado	erlang(17.891936, 0.274951, 181.000000, <stream>)
Pati 02	normal(20.048000, 6.598123, <stream>)
Rec. Piernas	beta(46.896178, 64.227301, 6.960277, 6.335074, <stream>)
Etiquetado	gamma(0.000000, 0.163249, 112.968426, <stream>)
Pulido	erlang(0.860185, 0.169658, 182.000000, <stream>)
Conteo	beta(1.178864, 25.274007, 9.343026, 7.595499, <stream>)

Cada actividad necesaria para la confección del producto analizado es simulada a partir de un objeto propio del software FlexSim que se denomina “Processor”, en estos objetos se ingresaran las distribuciones en el apartado de “Process Time”, las distribuciones que se ingresaran se encuentran plasmadas en la tabla 40.

A continuación, en las figuras de la 51 a la 59, se muestra la forma de ingresar las distribuciones en cada actividad.

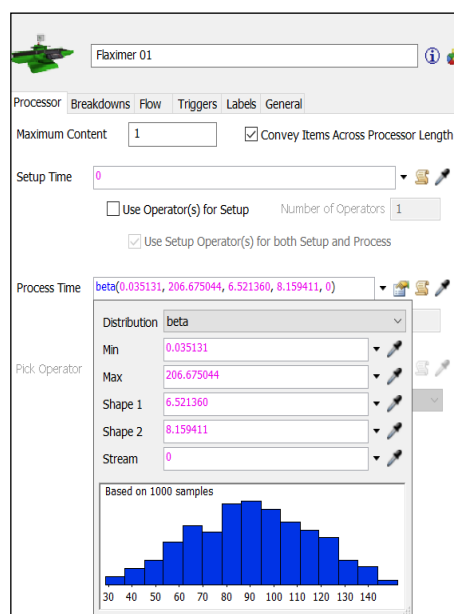


Figura 51.-Ingreso de la distribución para la actividad flaximer, modelado actual.

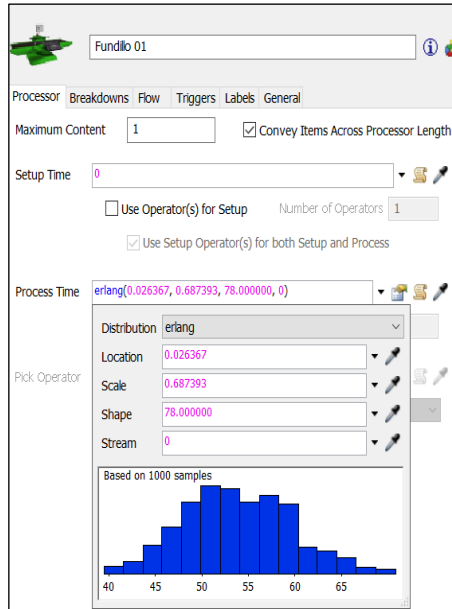


Figura 52.-Ingreso de la distribución para la actividad fundillo, modelado actual.

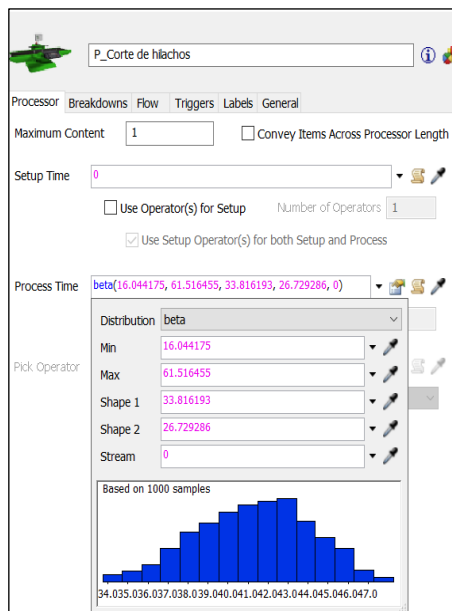


Figura 53.-Ingreso de la distribución para la actividad patinadores (corte de hilachos), modelado actual.



Figura 54.-Ingreso de la distribución para la actividad elastizado, modelado actual.

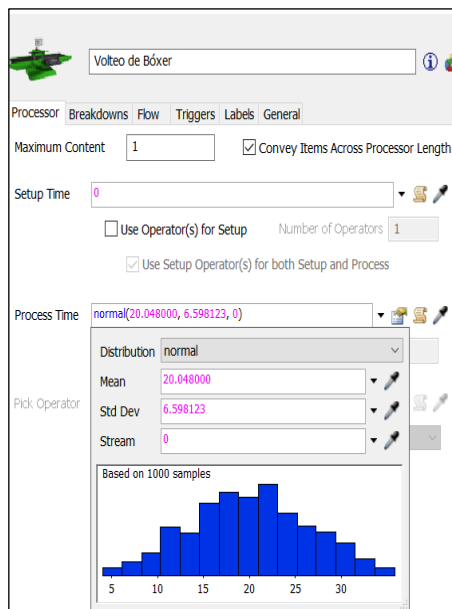


Figura 55.-Ingreso de la distribución para la actividad volteo de bóxer, modelado actual.

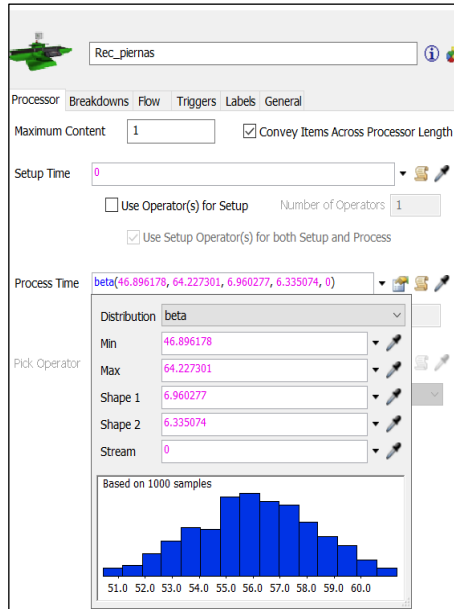


Figura 56.-Ingreso de la distribución para la actividad recubierto de piernas, modelado actual.



Figura 57.-Ingreso de la distribución para la actividad etiquetado, modelado actual.

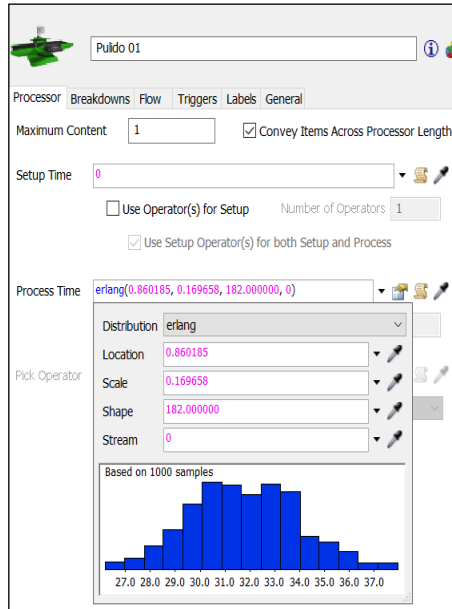


Figura 58.-Ingreso de la distribución para la actividad pulido, modelado actual.

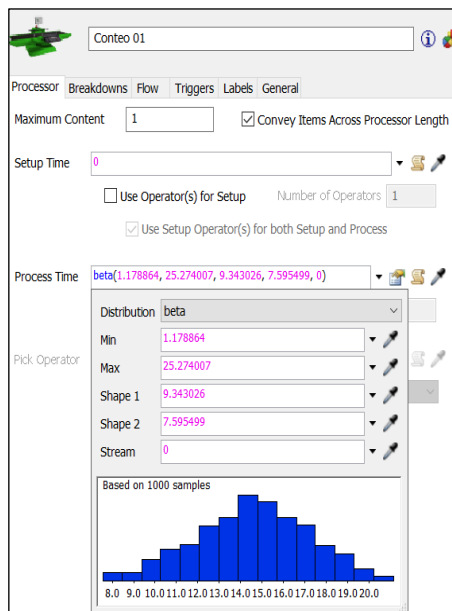


Figura 59.-Ingreso de la distribución para la actividad conteo, modelado actual.

Ingresados los datos para cada actividad y siguiendo la secuencia lógica del proceso, se diseña y simula en el software FlexSim para una jornada de ocho horas tomando en cuenta una hora destinada para el almuerzo para el personal del área,

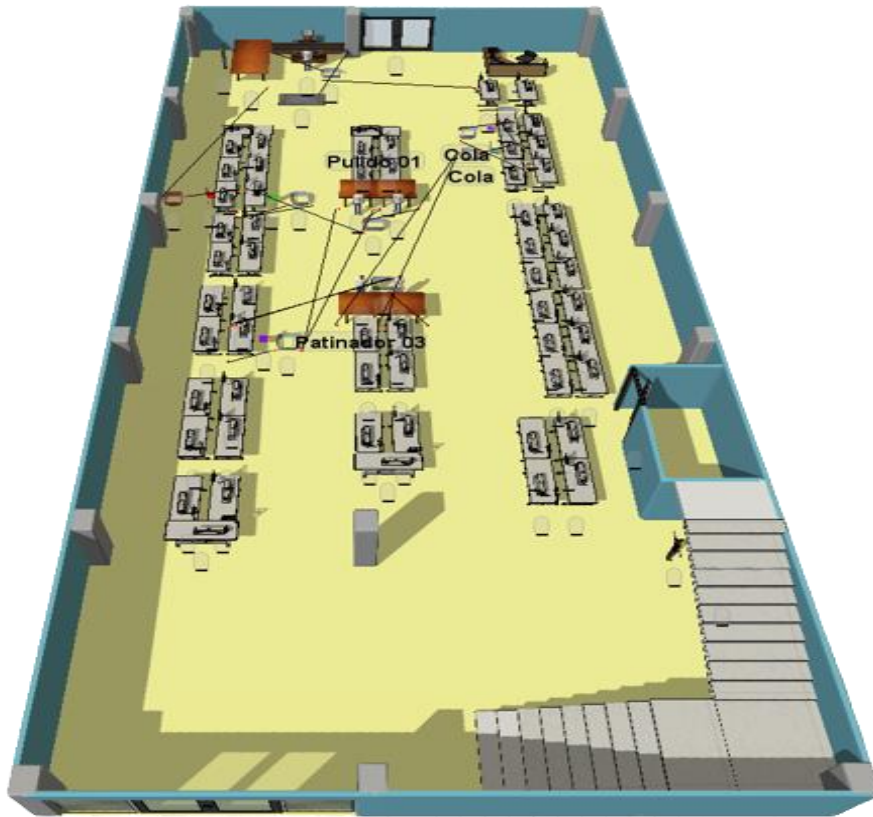


Figura 60.-Diseño del área de confección de la corporación IMPACTEX, modelado actual.

Resultados de la simulación del proceso actual

Los resultados de la simulación se presentan en Dashboards y son referentes a las principales características del proceso.

Capacidad de producción actual

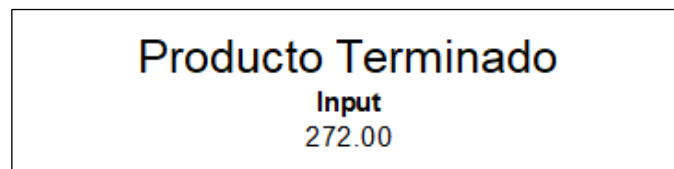


Figura 61.-Producto total terminado, modelado actual.

La figura 61, muestra las unidades que se procesan en el área de confección en las condiciones actuales son de 272 unidades que se traducen en 23 docenas de bóxer BH 721 en una jornada de trabajo.

Capacidad de producción actual por actividad

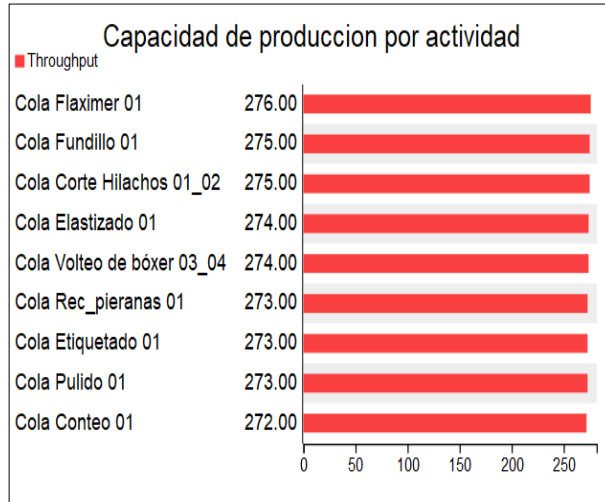


Figura 62.-Capacidad de producción por actividad, modelado actual.

Análisis

Como se puede observar en la figura 62, el limitante para la producción es la actividad flaximer, el tiempo de proceso que maneja es extenso a comparación de las demás actividades generando una efectividad operacional deficiente.

Porcentaje de carga de producción actual de las actividades

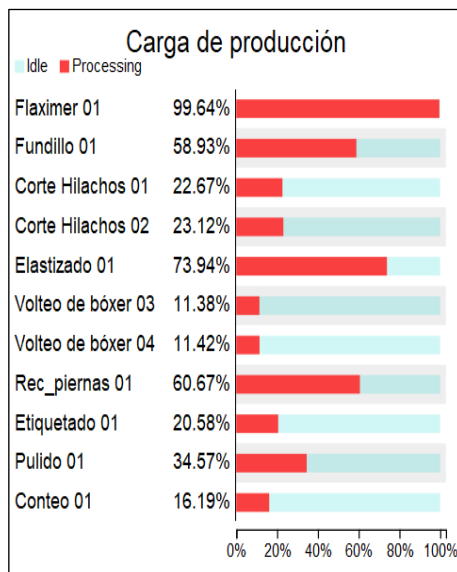


Figura 63.-Porcentaje de la carga de producción, modelado actual.

Análisis

El porcentaje de carga de producción de las actividades en el área de confección del bóxer BH 7021 no se encuentra equilibrada, como se puede observar en la figura 63, la actividad correspondiente a flaximer tiene una carga constante de producto en proceso y al ser el cuello de botella de la producción limita a las demás actividades generando que las mismas tenga un tiempo efectivo bajo que repercute en la

Estado actual de las actividades en la jornada de trabajo

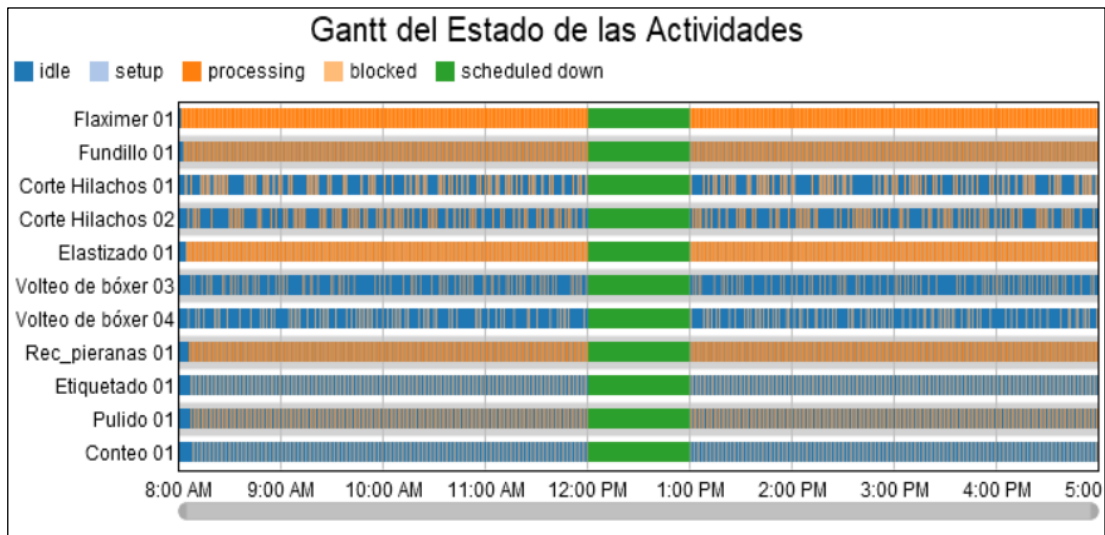


Figura 64.-Estado de las actividades en la jornada de trabajo, modelado actual.

Análisis

La figura 64, representa el estado de cada actividad a lo largo de la jornada de trabajo, el operador que realiza la actividad flaximer se encuentra en constante proceso, pero hay actividades como el etiquetado, pulido y los patinadores que cuentan con excesivo tiempo inactivo, por lo que es necesario un balance en el área de confección.

3.1.10. Desarrollo de la propuesta de mejora para el área de confección

La propuesta para mejorar la producción del bóxer BH 7021, se enfoca en dos aspectos.

En primer lugar, se centrará en disminuir o eliminar distancias (transportes) que no generan valor al producto, y se traducen en pérdidas de tiempo.

En segundo lugar, se enfoca en el análisis del cuello de botella mediante el balanceo de líneas para proponer una mejora y explotar al máximo el desempeño del área.

Diagrama de recorridos propuesto

En las condiciones actuales los recorridos que realiza la materia prima entre actividades actuales son extensos, poco efectivos, se plantea un nuevo flujo para la materia prima entre actividades y lograr que sea constante, eliminando distancias extensas entre actividades y creando una secuencia de trabajo óptima.

Analizando cada transporte se constató que los desplazamientos “T3” y “T6” son innecesarios porque son actividades que se pueden realizar antes de iniciar el proceso y no en el transcurso del mismo.

La corporación cuenta con maquinaria y mano de obra adecuada, por tal motivo se dispuso un nuevo orden de las actividades (figura 65), junto a distancias propuestas que se presentan en la tabla 43.

Tabla 43.- Recorridos propuestos para la confección del bóxer BH 7021.

Código	Descripción	Distancia actual	Distancia propuesta
T1	Llevar desde Marmeteo el refuerzo posterior, dos delanteros y malla hasta proceso de Flaximer.	7,25	4,50
T2	Llevar el cuerpo del bóxer a la fundilladora	2,3	2,00
T3	Llevar desde el Marmeteo la bomba y la bola al proceso de fundillo.	19,65	
T4	Llevar a patinadores.	4,35	3,00
T5	Llevado del bóxer a la Elasticadora.	14,65	2,50
T6	Llevar elástico desde el puesto del conformado de elástico a la Elasticadora.	5,85	
T7	Llevar a patinadores.	13,5	2,30
T8	Llevar al recubierto de las piernas.	5,05	1,50
T9	Llevar a la maquina etiquetadora.	5,75	1,90
T10	Llevar a proceso de pulido.	6,4	7,00
T11	Llevar al proceso de conteo.	4,75	3,20
	TOTAL	89,50	27,9

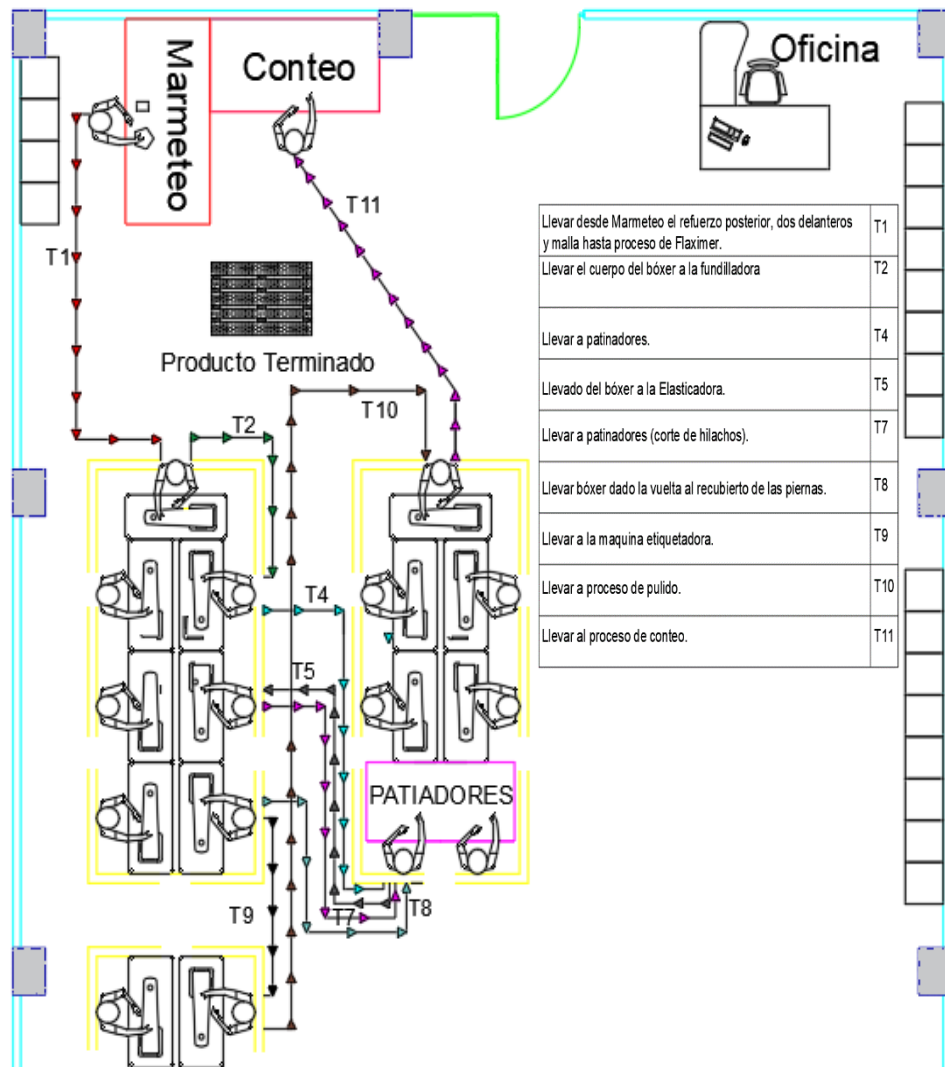




Figura 65.-Diagrama de recorrido propuesto para la confección del bóxer BH 7021.

Cursograma analítico propuesto




La tabla 44, muestra una clara disminución en los recorridos entorno a los actuales, llegando a tener hasta un ahorro de 38 metros aproximadamente de transportes que no generan valor a la operación, esto se logra asignando a un operador que se encargue netamente de los transportes retirando la carga a los patinadores.

Tabla 44.-Cursograma analítico del proceso propuesto: confección del BH 7021.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización								
ESTUDIO DE TRABAJO CURSOGRAMA ANALÍTICO										
Prod. analizado:	BH 7021	Metodo:	Propuesto	Hoja:	01					
Departamento:	Confección	Realizado por:	Gamboa K.	Diagrama:	02					
Material:	T. microfibra, hilos, malla	Aprobado por:	Ing. Gavida J.	Fecha:	25/4/2022					
Identificación de Actividades		Código	Distancia (m)	Tiempo (s)	Simbolo					Observaciones
N.-	Descripcion				●	➔	■	●	▼	
1	Llevar desde Marmeteo el refuerzo posterior, dos delanteros y malla hasta proceso de Flaximer.	T1	4,50	5,27	●					
2	Coser con la maquina Flaximer el refuerzo posterior con los dos delanteros y malla para formar el cuerpo del bóxer.	O1		62,00	●					
3	Llevar el cuerpo del bóxer a la fundilladora	T2	2,00	0,50	●					
4	Unir la bola con la bomba al cuerpo del bóxer con la fundilladora.	O2		19,00	●					
5	Llevar a patinadores.	T4	3,00	1,80	●					
6	Cortado manual de los hilos sueltos (hilachos) de bóxer.	O3		18,00	●					
7	Llevado del bóxer a la Elasticadora.	T5	2,50	1,53	●					
8	Cocer el elástico con el cuerpo del bóxer en la maquina Elasticadora.	O4		23,00	●					
9	Llevar a patinadores.	T7	2,30	4,47	●					
10	Dar la vuelta al bóxer y apilar.	O5		2,00	●					
11	Llevar bóxer dado la vuelta al recubierto de las piernas.	T8	1,50	3,40	●					
12	Doblamiento de dos centímetros en las bastas del bóxer y cocido en la máquina recubridora.	O6		22,00	●					
13	Llevar a la maquina etiquetadora.	T9	1,90	7,80	●					
14	Cocido de las etiquetas en la parte trasera del bóxer con la maquina recta.	O7		9,00	●					
15	Llevar a proceso de pulido.	T10	7,00	6,80	●					
16	Eliminar los hilos sobrantes de la etiqueta y de las bastas del bóxer con la maquina rematadora.	O8		14,00	●					
17	Llevar al proceso de conteo.	T11	3,20	6,67	●					
18	Armar lona plástica para empacar los bóxer's.	O9		0,21	●					
19	Apilar los bóxer's para ser contados.	O10		6,00	●					
20	Contar los boxer's terminados.	O11		0,75	●					
21	Llenar factura especificando el código del producto, la cantidad, talla, color, orden de corte.	O12		0,03	●					

El cursograma analítico propuesto describe las actividades, transportes y el tiempo optimizado, a continuación, se detalla en la tabla 45, el resumen del cursograma.

Tabla 45.-Resumen del cursograma analítico propuesto.

Actividad	Actual	Propuesta	Economía	Tiempo (s):	214
Operación		12		Tiempo (min):	3,57
Transporte		11		Distancia (m):	27,90
Inspección		0		Observaciones Generales: El proceso se lo realiza en secuencia por lo que solo hay operaciones y transportes.	
Demora		0			
Almacenaje		0			
TOTAL		23			

Ratio de operaciones

Tiempo operaciones que dan valor	169 segundos
Tiempo total del proceso	214 segundos

$$R_o = \frac{169}{214} * 100\%$$

$$R_o = 79\%$$

Interpretación.

El tiempo total de las actividades necesarias para el conformado del bóxer BH 7021 es de 214 segundos, teniendo 169 segundos del tiempo que dan valor al proceso, que se refleja en un claro 79% de efectividad frente al 56% actuales en el área de confección, se optimizaría un 23% el proceso si se opta por implementar la propuesta de recorridos.

Estudio de tiempos propuesto

Se realiza un estudio de tiempos propuestos, siguiendo el protocolo previamente descrito, se utilizan los parámetros como son el número de observaciones, fichas de toma de tiempos y descripción de actividades realizadas con antela y plasmada en la tabla 46 hasta la 50, en las cuales se sustituyen los nuevos tiempos en los transportes.

1) Cálculo el número de observaciones necesarias para el proceso.

Tabla 46.-Elección del número de observaciones para la propuesta de mejora.

TIEMPO DE CICLO (MINUTOS)	NUMERO DE CICLOS QUE CRONOMETRAR
4,00 – 5,00	15

2) Conformación de una ficha especificando el proceso y las actividades.

Tabla 47.- Descripción del proceso propuesto para la actividad flaximer.



Área	Confección	
Responsable	Ing. Silvana Tonato	
Cargo del responsable	Jefe de Producción	
Estudio N.-	01	
Método	Propuesto	

Producto	Bóxer hombre BH 7021
Material	Tela de microfibra, malla e hilos
Actividad	Flaximer
Máquina	Flaximer

Detalle	Código para el detalle
Llevar desde Marmeteo el refuerzo posterior, dos delanteros y malla hasta proceso de flaximer.	T1
Coser con la maquina flaximer el refuerzo posterior con los dos delanteros y malla para formar el cuerpo del bóxer.	O1
Llevar el cuerpo del bóxer a la fundilladora	T2

3) Conformación de una ficha donde se anote la toma de las muestras de tiempos.

Tabla 48.-Observaciones propuestas para la actividad flaximer.

	Area	Confección	Producto	BH 7021	
	Actividad	Flaximer	Material	Tela Microfibra	
	Ciclos	En Segundos	Máquina	Flaximer	
	Observador	Kleber Gamboa	Estudio N.-	01	
	Lectura	Vuelta a cero	Método	Propuesto	

Act.	Ciclos															Promedio X(s)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
T1	6,00	4,00	4,00	6,00	5,00	6,00	6,00	5,00	6,00	5,00	5,00	5,00	6,00	4,00	6,00	5,27
O1	60,00	61,00	61,00	62,00	62,00	60,00	62,00	62,00	60,00	62,00	61,00	60,00	61,00	60,00	60,00	60,93
T2	0,51	0,50	0,50	0,51	0,49	0,50	0,50	0,49	0,49	0,50	0,50	0,50	0,51	0,51	0,50	0,50
															X(s) (seg)	66,70
															X(s) (min)	1,11

4) Estimación de los suplementos (S) para cada proceso.

Tabla 49.-Estimación propuestas de los suplementos "S" para la actividad flaximer.

A. Suplementos constantes	Mujer
Necesidades personales	7

Básicos por fatiga	4
B. Suplementos variables	
b) Trabajo de pie	1
• Ligeramente incomoda	
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar, empujar)	1
• Peso levantado 2,5 kg	
f) Tensión visual, Trabajo de precisión o fatigosa	2
g) Ruido	2
• Sonido intermitente y fuerte	
h) Tensión mental	1
• Proceso algo complejo	
TOTAL	18

5) Estimación del factor (F_D) de desempeño para cada proceso.

Tabla 50.-Valoración propuesta del ritmo de trabajo de la actividad flaximer.

0% al 100%	Descripción del desempeño	Velocidad de marcha (km/h)
100% (ritmo tipo)	Obrero calificado promedio; es activo y capaz, pagado a destajo.	6,4

6) Calcular mediante formula el tiempo estándar (T_s).

$$T_s = (1,11 \text{ min} * 1) * (1 + 0,18)$$

$$T_s = 1,31 \text{ min}$$

Resumen del tiempo estándar propuesto para cada actividad

El protocolo se aplica para cada actividad que se realiza en el área de confección, los cálculos se los puede visualizar en los anexos.

A continuación, en la tabla 51, se puede observar los tiempos estándar propuestos.

Tabla 51.-Tiempo estándar propuesto para cada actividad del área de confección.

Actividad	Tiempo estandar T_s (min)
Flaximer	1,31
Fundillo	0,38
Patinadores, corte de hilachos	0,43
Elastizado	0,52
Patinadores, volteo de bóxer	0,12
Recubierto de las piernas	0,58
Etiquetado	0,31
Pulido	0,40
Conteo del producto terminado	0,25
TOTAL	4,31

Cálculo de la capacidad de producción propuesta para cada actividad

Obtenidos los tiempos estándar propuestos, se procede a calcular la capacidad de producción propuesta para cada actividad con la fórmula previamente analizada, los cálculos se encuentran disponibles en los anexos.

Tabla 52.-Capacidad de producción propuesta para cada actividad del área de confección.

Actividad	CP en unidades por jornada	CP en docenas
Flaximer	320	27
Fundillo	1093	91
Patinadores, corte de hilachos	984	82
Elasticado	805	67
Patinadores, volteo de bóxer	3539	295
Recubierto de las piernas	720	60
Etiquetado	1335	111
Pulido	1061	88
Conteo del producto terminado	1681	140

Tabla 53.-Capacidad de producción por jornada actual vs. propuesta.

Actividad	Actual		Propuesto	
	CP en unidades	CP en docenas	CP en unidades	CP en docenas
Flaximer	272	23	320	27
Fundillo	466	39	1093	91
Patinadores, corte de hilachos	601	50	984	82
Elastizado	369	31	805	67
Patinadores, volteo de bóxer	1221	102	3539	295
Recubierto de las piernas	446	37	720	60
Etiquetado	1335	111	1335	111
Pulido	785	65	1061	88
Conteo del producto terminado	1681	140	1681	140

La tabla 53, presenta el resumen del estudio de tiempos y movimientos propuesto, respecto a las capacidades de producción de cada actividad se puede observar que la actividad flaximer sigue siendo la que condiciona la producción, además se nota una clara mejora en la producción respecto a las condiciones actuales de trabajo logrando aumentar la capacidad de producción en cuatro docenas por jornada de trabajo.

Balaneo propuesto de las líneas de ensamble

El método empleado consiste en alcanzar el mayor porcentaje de balance de acuerdo a la necesidad de producción que requiere la corporación IMPACTEX, mediante la aplicación de diversas iteraciones entre los recursos presentes en el área de producción. Se utilizaron los tiempos estándar propuestos para cada actividad, con estos tiempos se realizó la metodología de balance de líneas y se obtuvo una propuesta adecuada.

En la tabla 54, se presenta las precedencias de las actividades necesarias para la confección del bóxer código BH 7021.

Tabla 54.-Determinación de las precedencias de las actividades.

Tarea	Actividad	Tiempo (min.)	Precedencia
A	Flaximer	1,31	N/A
B	Fundillo	0,38	A
C	Patinadores, corte de hilachos	0,43	B
D	Elastizado	0,52	C
E	Patinadores, volteo de bóxer	0,12	D
F	Recubierto de las piernas	0,58	E
G	Etiquetado	0,31	F
H	Pulido	0,40	G
I	Conteo del producto terminado	0,25	H
	Minuto total del operario	4,31	

El diagrama de precedencia se presenta en la figura 66.

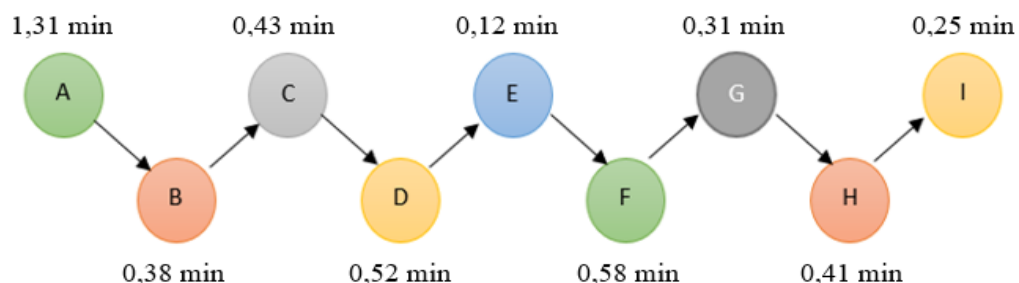


Figura 66.-Diagrama de precedencia de la primera interacción.

Para lograr un porcentaje de balance óptimo se utilizó los recursos propios del área de confección, se planteó una serie de interacciones donde se aumentaron estaciones de trabajo con el fin de que el tiempo total de la jornada de trabajo se aproveche de una forma eficiente logrando disminuir los tiempos ocios de cada operador y generando

una secuencia de trabajo más fluida donde todos los involucrados estén en constante desarrollo del producto analizado.

La primera interacción plantea en la tabla 53, representa las características actuales de las actividades necesarias para la confección del producto BH 7021, se puede observar que el porcentaje de balance de las actividades en la actualidad es de un 48% lo que se traduce en ineficiencia en la línea de producción.

Tabla 55.-Primera interacción propuesta para el balance del proceso analizado.

Código	Actividad	Interacción 01	
		Ts (min)	Op
A	Flaximer	1,31	1
B	Fundillo	0,38	1
C	Patinadores, corte de hilachos	0,43	1
D	Elastizado	0,52	1
E	Patinadores, volteo de bóxer	0,12	1
F	Recubierto de las piernas	0,58	1
G	Etiquetado	0,31	1
H	Pulido	0,40	1
I	Conteo del prod. terminado	0,25	1
	Minuto total del operario	4,31	
	Ciclo de control	1,31	
	# de operarios	9,00	
	Tiempo de línea	11,81	
	% Balance	36%	
	Ciclo de trabajo ajustado	1,31	
	Unidad/Hora	46	
	Unidad/turno	320	
	Docenas/turno	27	
	Unidades/operarios	36	

Se observa en la tabla 55, el ciclo de control que equivale a la actividad de flaximer (1,31 minutos), este ciclo de control corresponde a la operación cuyo tiempo debemos analizar para poderlo reducir, el plan de acción corresponde a incrementar su número de operarios y de máquinas, es decir un nuevo operario con una máquina también realizara la actividad de flaximer, aplicaremos este cambio sustancial y plantearemos una segunda iteración.

Tabla 56.-Segunda interacción propuesta para el balance del proceso analizado.

Código	Actividad	Interacción 02	
		Ts (min)	Op
A	Flaximer	1,31	2
B	Fundillo	0,38	1
C	Patinadores, corte de hilachos	0,43	1
D	Elastizado	0,52	1
E	Patinadores, volteo de bóxer	0,12	1
F	Recubierto de las piernas	0,58	1
G	Etiquetado	0,31	1
H	Pulido	0,40	1
I	Conteo del prod. terminado	0,25	1
Minuto total del operario		4,31	
Ciclo de control		0,66	
# de operarios		10,00	
Tiempo de línea		6,56	
% Balance		66%	
Ciclo de trabajo ajustado		0,66	
Unidad/Hora		91	
Unidad/turno		640	
Docenas/turno		53	
Unidades/operarios		64	

El diagrama de precedencia de la segunda interacción se presenta en la figura 67.

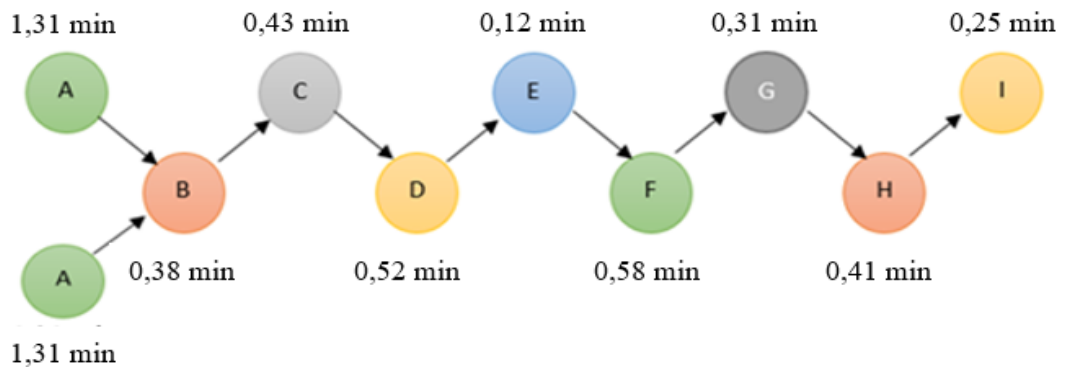


Figura 67.-Diagrama de precedencia de la segunda interacción.

En la tabla 56, se observa que con la segunda iteración se obtuvo una prenda cada 0,66 segundos logrando un flujo más adecuado de la materia prima por dicha actividad y con ello tener un porcentaje de balance del 66%, en el área de confección. La metodología de atacar al ciclo de control se lo realizó varias veces hasta obtener un

porcentaje de balance que satisfaga las necesidades de la corporación y se presenta en la tercera interacción.

Tabla 57.- Tercera interacción propuesta para el balance del proceso analizado.

Código	Actividad	Interacción 03	
		Ts (min)	Op
A	Flaximer	1,31	3
B	Fundillo	0,38	1
C	Patinadores, corte de hilachos	0,43	1
D	Elastizado	0,52	2
E	Patinadores, volteo de bóxer	0,12	1
F	Recubierto de las piernas	0,58	2
G	Etiquetado	0,31	1
H	Pulido	0,40	1
I	Conteo del producto terminado	0,25	1
Minuto total del operario		4,31	
Ciclo de control		0,44	
# de operarios		13,00	
Tiempo de línea		5,68	
% Balance		76%	
Ciclo de trabajo ajustado		0,44	
Unidad/Hora		137	
Unidad/turno		961	
Docenas/turno		80	
Unidades/operarios		74	

El diagrama de precedencia de la tercera interacción se presenta en la figura 68.

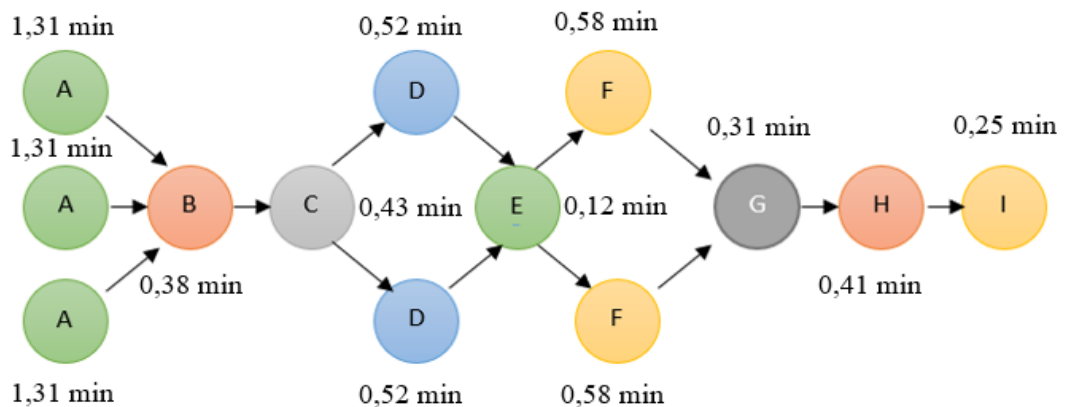


Figura 68.-Diagrama de precedencia de la tercera interacción.

Con la interacción propuesta en la tabla 57, se obtuvo un balance del 76% en el trabajo realizado por los operadores en el área. Ahora se dispone a organizar las máquinas tomado como referencia la interacción propuesta 3, y se la plasma en la figura 69.

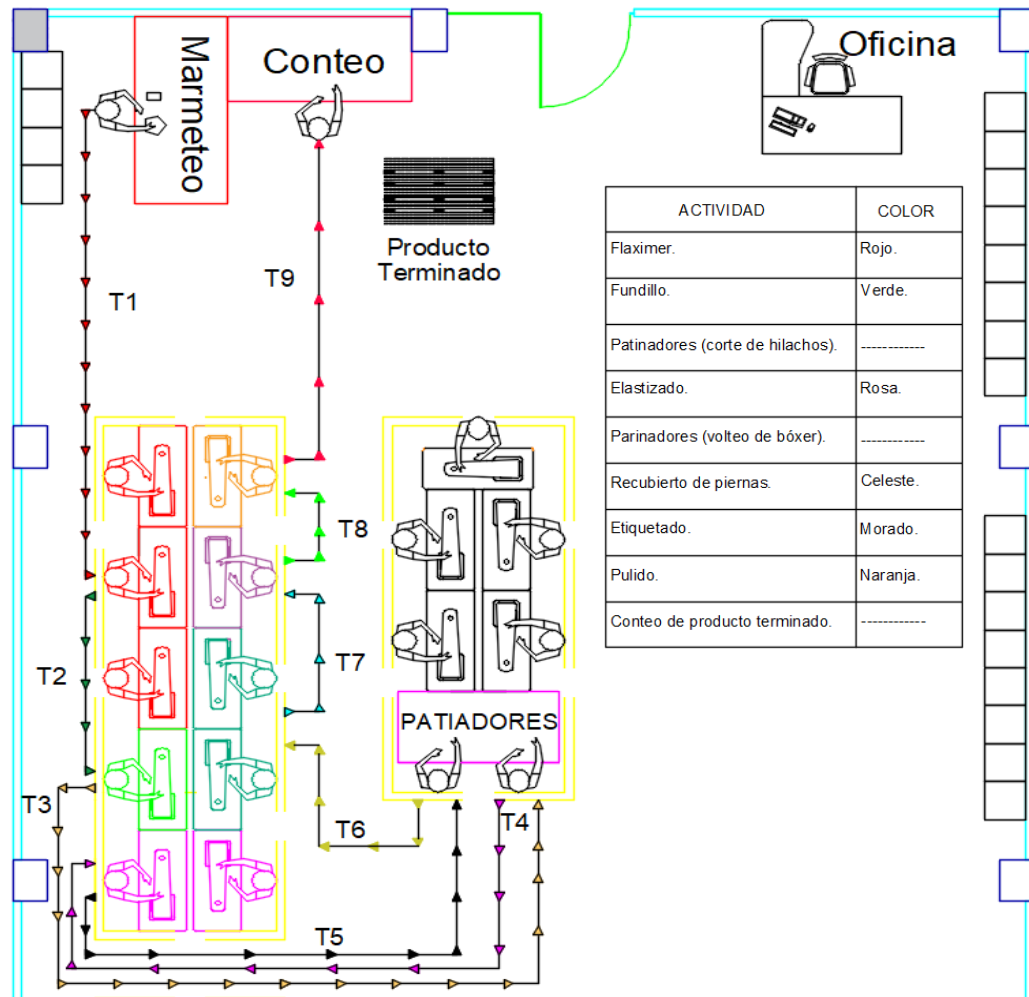


Figura 69.-Organización de las máquinas según la interacción tres.

Análisis

El balance de línea de ensamble propuestos sugiere incrementar estaciones y operadores en la actividad flaximer que actualmente un operador la realiza y se sugiere aumentar a tres operadores, de igual manera en las actividades de elastizado y recubierto de piernas que son realizadas por un operador sugiere aumentar a dos operadores en cada una, con esto de nueve trabajadores que laboran actualmente en la línea de ensamble se incrementa a trece operadores con su respectiva máquina logrando obtener una producción por jornada optima (tabla 57).

3.1.11. Simulación de la propuesta plantea con el software FlexSim

La simulación de la mejora parte desde la propuesta de recorridos tomando en cuenta únicamente a la distribución de los puestos de trabajo, además abarco el balance de las líneas de ensamble más en concreto con la interacción tres que es la propuesta que mayor veneficio aporta a la corporación, maximizando la capacidad de producción en el área.

Parámetros iniciales para la simulación

Para desarrollo de la simulación, se debe comenzar con la revisión de cada proceso y tiempos de los mismos, con ello se obtiene la siguiente lógica de simulación para el entorno de los procesos propuestos que se realizan y se representan en la figura 70.

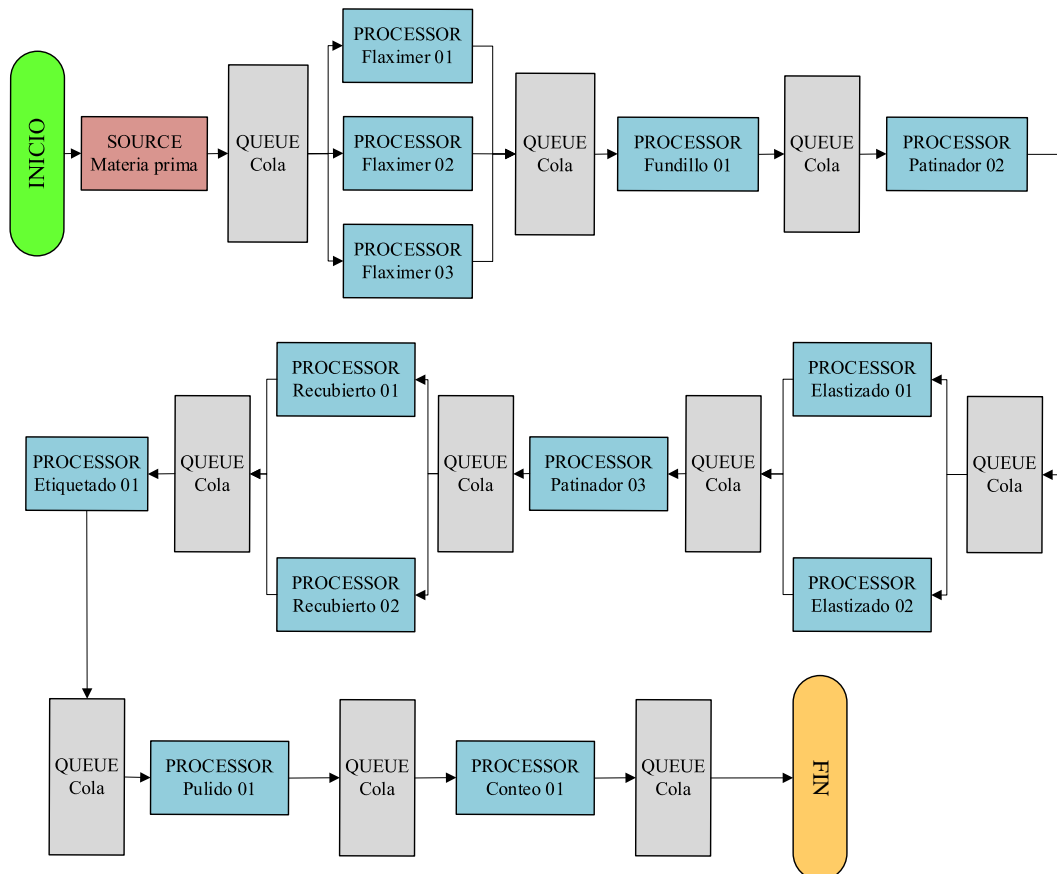


Figura 70.-Diagrama de flujo de la lógica de simulación del proceso de confección del bóxer BH 7021.

Con el estudio de tiempos propuesto se obtiene la media (tiempo estándar) y desviación estándar de cada actividad (tabla 58), necesarias para realizar la simulación.

Tabla 58.-Resumen del estudio de tiempos propuesto.

Actividad	Tiempo estandar (Ts)		Des. Est.
	min.	seg.	seg.
Flaximer	1,31	78,71	27,75
Fundillo	0,38	23,05	8,15
Pati 01	0,43	25,60	9,35
Elastizado	0,52	31,31	9,02
Pati 02	0,12	7,12	0,67
Rec. Piernas	0,58	35,01	7,21
Etiquetado	0,32	19,19	1,57
Pulido	0,40	23,76	3,50
Conteo	0,25	14,99	2,84

Determinación de las distribuciones para las actividades analizadas

Con la media y desviación estándar de la tabla 58, se procede a genera 1000 números aleatorios en Excel mediante una distribución normal.

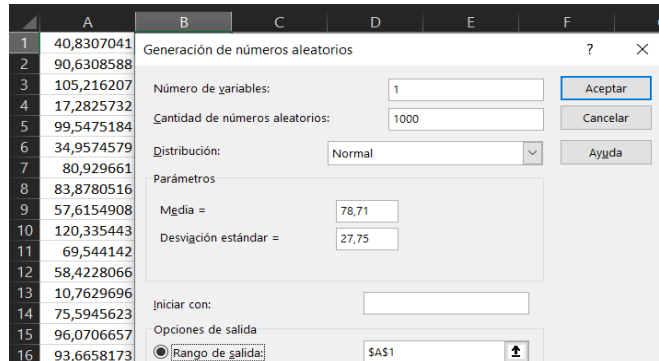


Figura 71.-Generación de números aleatorios en Excel para la actividad flaximer, modelado propuesto.

Con Expertfit determinamos la distribución que mejor se acople a los datos.

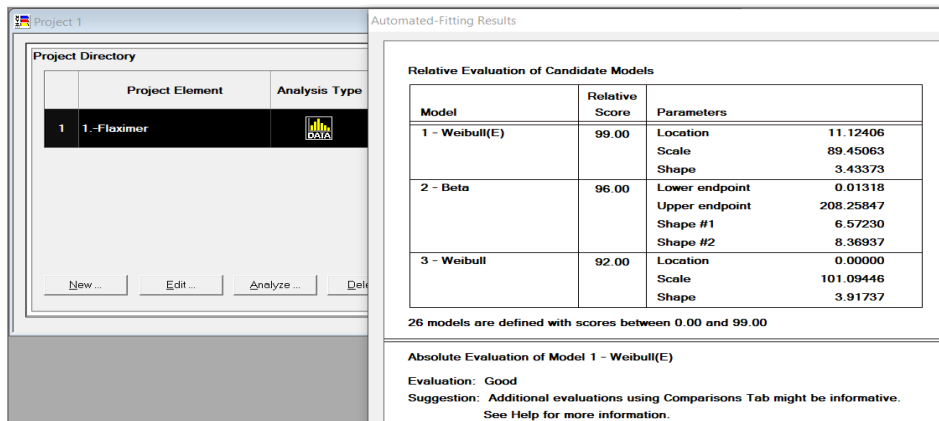


Figura 72.-Evaluación relativa de los modelos que mejor se ajustan a la actividad flaximer, modelado propuesto.

El estadístico de Anderson-Darling menciona que el valor de “p”(Sample size) es mayor que el nivel de significancia “ α ” (Test statistic), por lo cual se concluye que datos obtenidos para la actividad de flaximer siguen una distribución “Weibull (E) y se acepta la muestra obtenida.

Anderson-Darling Test with Model 1 - Weibull(E)						
Sample size	1,000					
Test statistic	0.73932					
Note:	No critical values exist for this special case. The following critical values are for the case where all parameters are known, and are conservative.					
	Critical Values for Level of Significance (alpha)					
Sample Size	0.250	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005
1,000	1.248	1.933	2.492	3.070	3.857	4.500
Reject?	No					

Figura 73.-Prueba de Anderson-Darling para la distribución obtenida de la actividad flaximer, modelado propuesto.

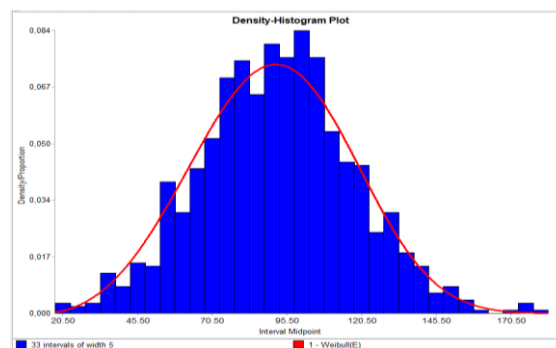


Figura 74.-Histograma de densidad de los datos obtenidos para la actividad flaximer, modelado propuesto.

Los parámetros para ingresar a la simulación de FlexSim son los siguientes.

Flexsim Representation of Model 1 - Weibull(E)

Use:

When using a picklist option:	
Distribution	Weibull
Location	11.124056
Scale	89.450629
Shape	3.433726
When using code:	
<code>weibull(11.124056, 89.450629, 3.433726, <stream>)</code>	

Figura 75.-Parámetros para simulación de la actividad flaximer, modelado propuesto.

La tabla 59, muestra las distribuciones para cada actividad realizada en el área de confección del bóxer BH 7021.

Tabla 59.- Resumen de las distribuciones para cada actividad, modelado propuesto.

Actividad	Distribución para la simulación FlexSim
Flaximer	johnsonunbounded(72.952359, 74.673960, -0.151183, 2.898395, <stream>)
Fundillo	beta(-40.963033, 92.620450, 32.952463, 36.422966, <stream>)
Pati 01	johnsonunbounded(20.863980, 43.535361, -0.382211, 4.837044, <stream>)
Elastizado	weibull(0.000000, 33.988923, 3.780852, <stream>)
Pati 02	erlang(0.000000, 0.091068, 73.000000, <stream>)
Rec. Piernas	beta(0.035131, 77.543641, 10.854890, 13.776441, <stream>)
Etiquetado	beta(8.782124, 30.215365, 19.761957, 23.438301, <stream>)
Pulido	beta(0.060225, 55.574203, 26.095212, 37.022080, <stream>)
Conteo	beta(0.091974, 33.003689, 14.712862, 18.965233, <stream>)

Diseño de la propuesta de mejora en el software FlexSim.

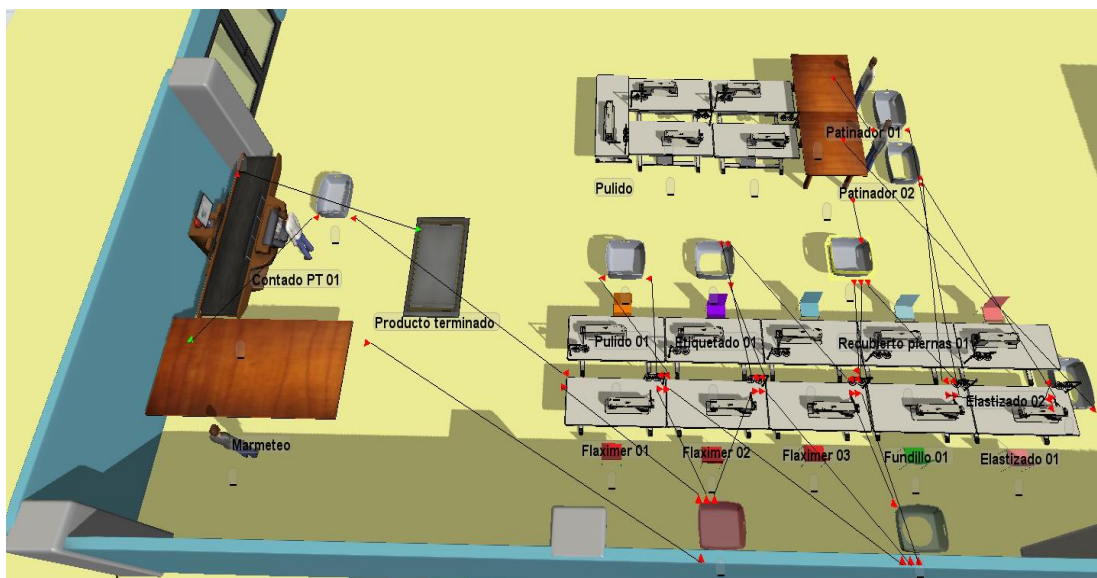


Figura 76.-Diseño del área de confección de la corporación IMPACTEX, modelado propuesto.

Las distribuciones de la tabla 59, para las distintas actividades se ingresan en los objetos “PROCESSOR” en el apartado “PROCESS TIME” como se puede observar en las figuras 77 hasta la 85.

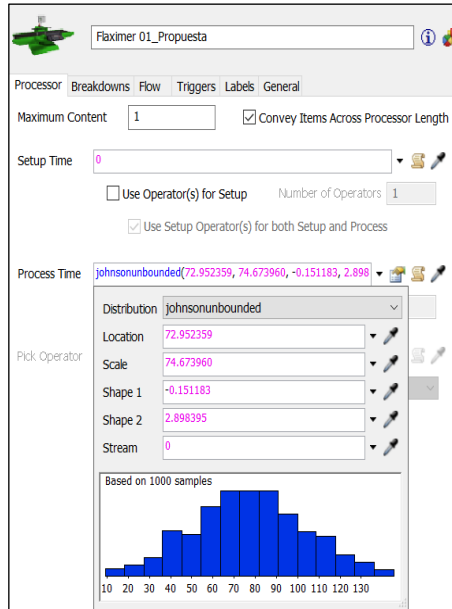


Figura 77.-Ingreso de la distribución para la actividad flaximer, modelado propuesto.

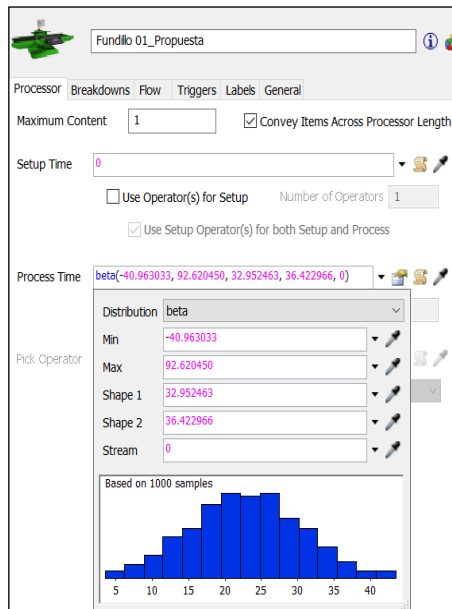


Figura 78.-Ingreso de la distribución para la actividad fundillo, modelado propuesto.

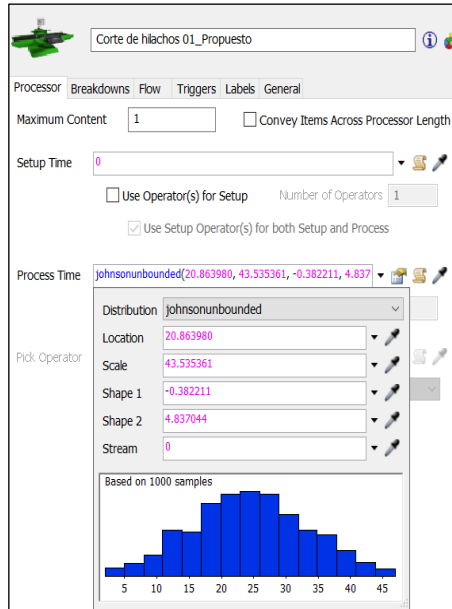


Figura 79.-Ingreso de la distribución para la actividad patinadores (corte de hilachos), modelado propuesto.

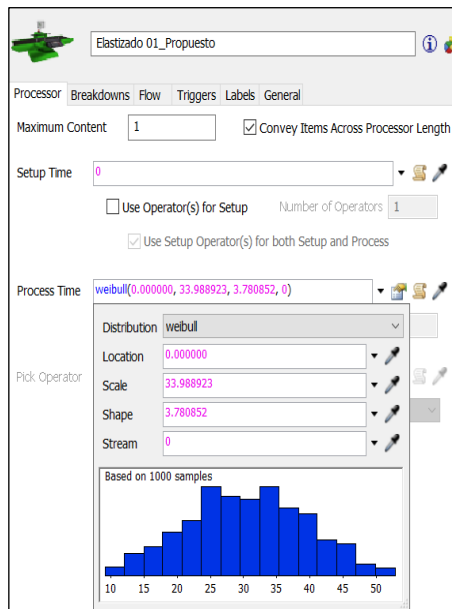


Figura 80.-Ingreso de la distribución para la actividad elastizado, modelado propuesto.



Figura 81.-Ingreso de la distribuci3n para la actividad volteo de b6xer, modelado propuesto.

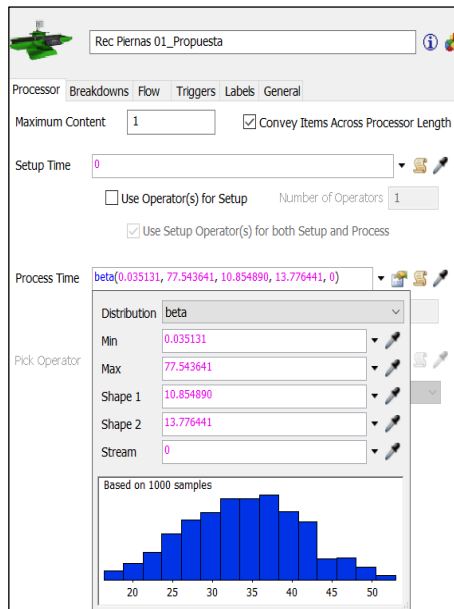


Figura 82.-Ingreso de la distribuci3n para la actividad recubierto de piernas, modelado propuesto.

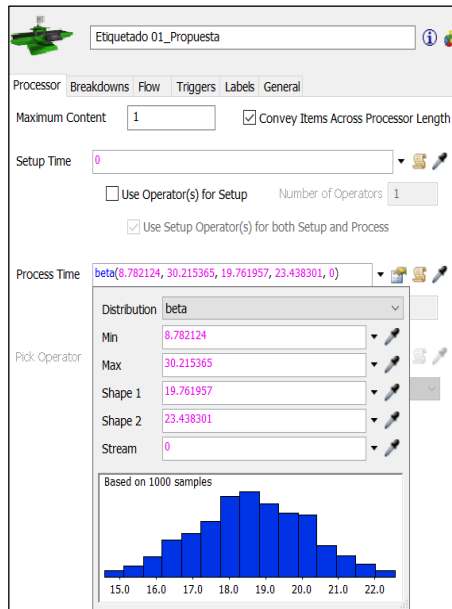


Figura 83.-Ingreso de la distribución para la actividad etiquetado, modelado propuesto.

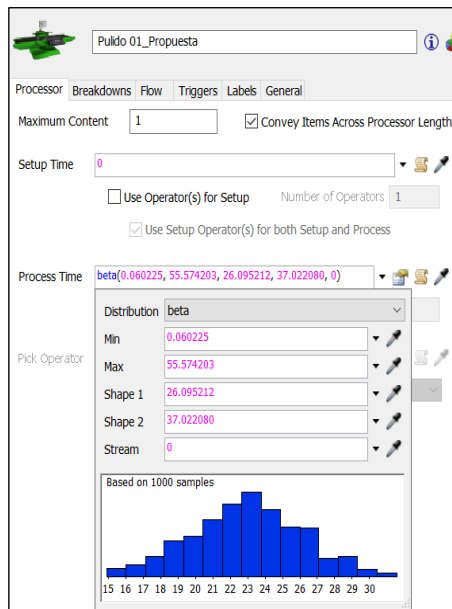


Figura 84.-Ingreso de la distribución para la actividad pulido, modelado propuesto.

Para las actividades que se realizan con más de una maquina o por más de un patinador, se ingresan las mismas distribuciones descritas.

Resultados de la simulación del proceso propuesto

Capacidad de producción propuesta

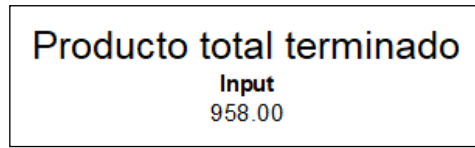


Figura 85.-Producto total terminado, modelado propuesto.

Análisis

Las unidades que se procesara en el área de confección con la distribución propuestas son de 958 unidades (figura 85), que se traducen en 80 docenas aproximadas en una jornada de trabajo.

Porcentaje de carga de producción propuesta para las actividades

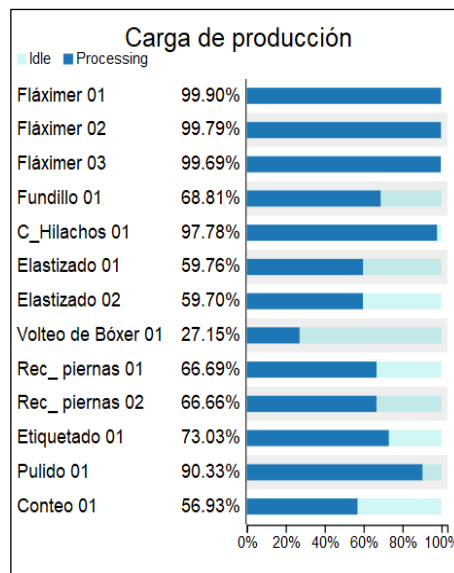


Figura 86.-Porcentaje de la carga de producción, modelado propuesto.

Análisis

La figura 86, representa el porcentaje de carga laboral de cada actividad en el área de confección, la efectividad es aceptable, se encuentra por encima del 60% en su mayoría, la actividad volteo de bóxer tiene baja efectividad por lo que se le puede atribuir un trabajo adicional al operador que realiza esta actividad.

Capacidad de producción propuesta por actividad

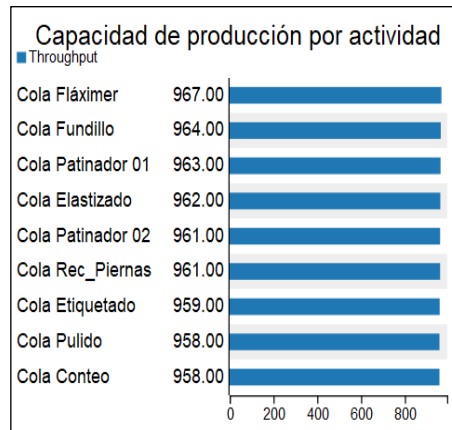


Figura 87.-Capacidad de producción por actividad, modelado propuesto.

Análisis

La capacidad de producción en la línea de ensamble con las condiciones propuestas refleja el incremento sustancial en la producción, explotando al máximo a la actividad flaximer y generando que las demás actividades puedan mejorar su producción.

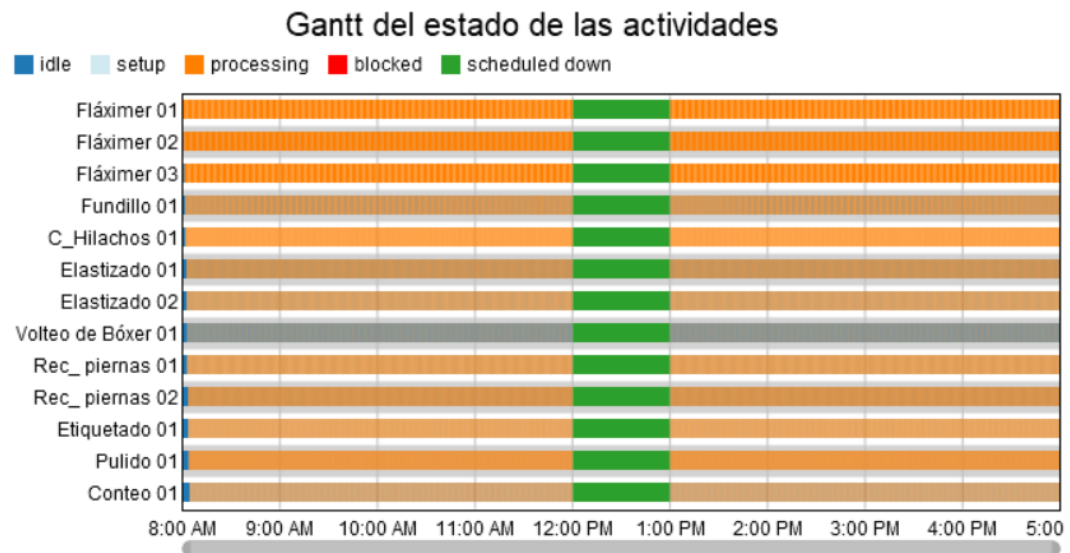


Figura 88.-Estado de las actividades en la jornada de trabajo, modelado propuesto.

Análisis

La figura 88, representa mediante colores el estado de cada actividad a lo largo de la jornada de trabajo, como se puede observar con el tono naranja el tiempo en proceso prevalece lo que quiere decir que los operadores se encontraran realizando actividades

que dan valor en el mayor tiempo de la jornada, el tono verde representa el tiempo que se toman para el almuerzo, y el tono azul el tiempo ocio, el operador encargado de la tarea de volteo de bóxer es el que tiene mayor tiempo ocio y como ya se mencionó, se puede optar por añadir obligaciones extras en la jornada de trabajo.

Factibilidad económica

La propuesta sugerida en el presente trabajo investigativo tomo en cuenta los recursos actuales con los que cuenta la corporación, la inversión que se debería realizar para implementar la mejora se presenta a continuación en la tabla 60.

Tabla 60.-Costos de implementación de la propuesta

Detalle	Cantidad	Costo	Total
Electricista que revise las conexiones eléctricas de interés.	1	\$30	\$30
Técnico encargado de supervisar la obra.	1	\$30	\$30
Personal para mover las máquinas.	4	\$10	\$40
Otros	-	\$50	\$50
TOTAL			\$150

Interpretación

Es factible la propuesta planteada en términos económicos, debido a que la corporación cuenta con maquinaria y personal suficiente para afrontar lo propuesto, lo que permite que solo deba costear los rubros propuestos en la tabla 60.

3.1.12. Discusión de los resultados

Análisis de resultados en cuanto a los recorridos, actual vs. propuesto

Tabla 61.-Análisis de resultados en cuanto a los recorridos.

Recorrido	Metros	Parámetros de interés	
		Docenas	Ratio
Actual	89,50	23	56%
Propuesto	27,90	27	79%

Interpretación

La eliminación de recorridos que no generan valor a la operación generó un incremento en la producción de 4 docenas, además el ratio de operación mejoró en un 23% con lo cual se tendrá un aprovechamiento eficaz del tiempo disponible en la jornada laboral.

Análisis de resultados en cuanto al balance de la línea de ensamble, actual vs. propuestos

Tabla 62.-Análisis de resultados en cuanto al balance de la línea de ensamble.

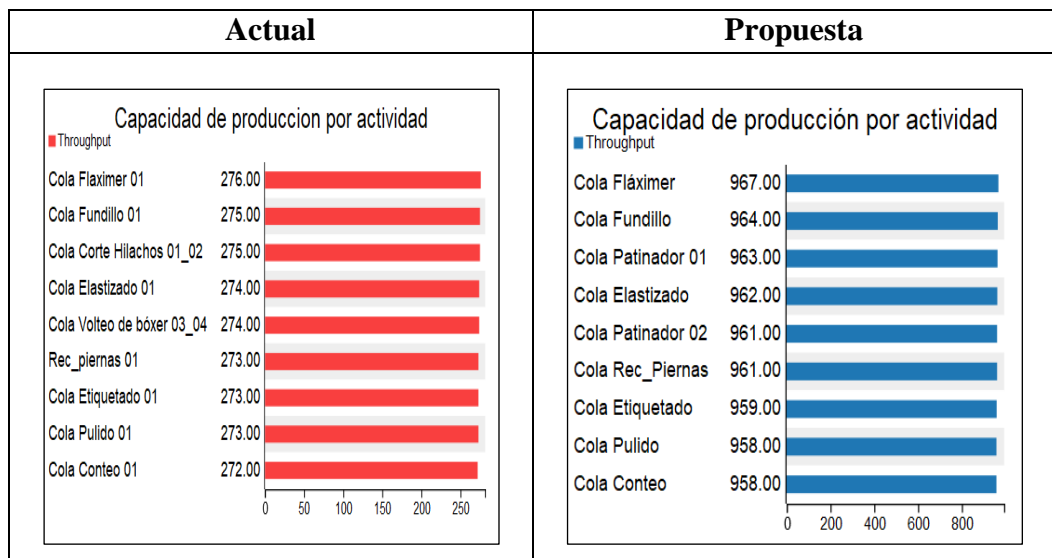
Balance	Parámetros de interés	
	Docenas	% balaceo
Actual	23	48%
Propuesto	80	76%

Interpretación

Con el balance de las líneas de ensamble se mejoró el equilibrio de cada actividad, se incrementó la efectividad en un 28% por lo cual se puede apreciar que la capacidad de producción incrementa, aprovechando mejor los recursos en el área.

Análisis de la capacidad de producción por actividad, real vs. propuesta.

Tabla 63.-Análisis de la capacidad de producción por actividad.



Interpretación

La capacidad de producción actual frente a la capacidad propuestas incrementa debido a la implementación de estaciones de trabajo adicionales que realizan las actividades concernientes a flaximer, elastizado, y recubierto de piernas, logrando obtener un flujo de producción continuo.

Porcentaje de efectividad por actividad y total, actual vs. propuesta

Tabla 64.-Porcentaje de efectividad de cada actividad.

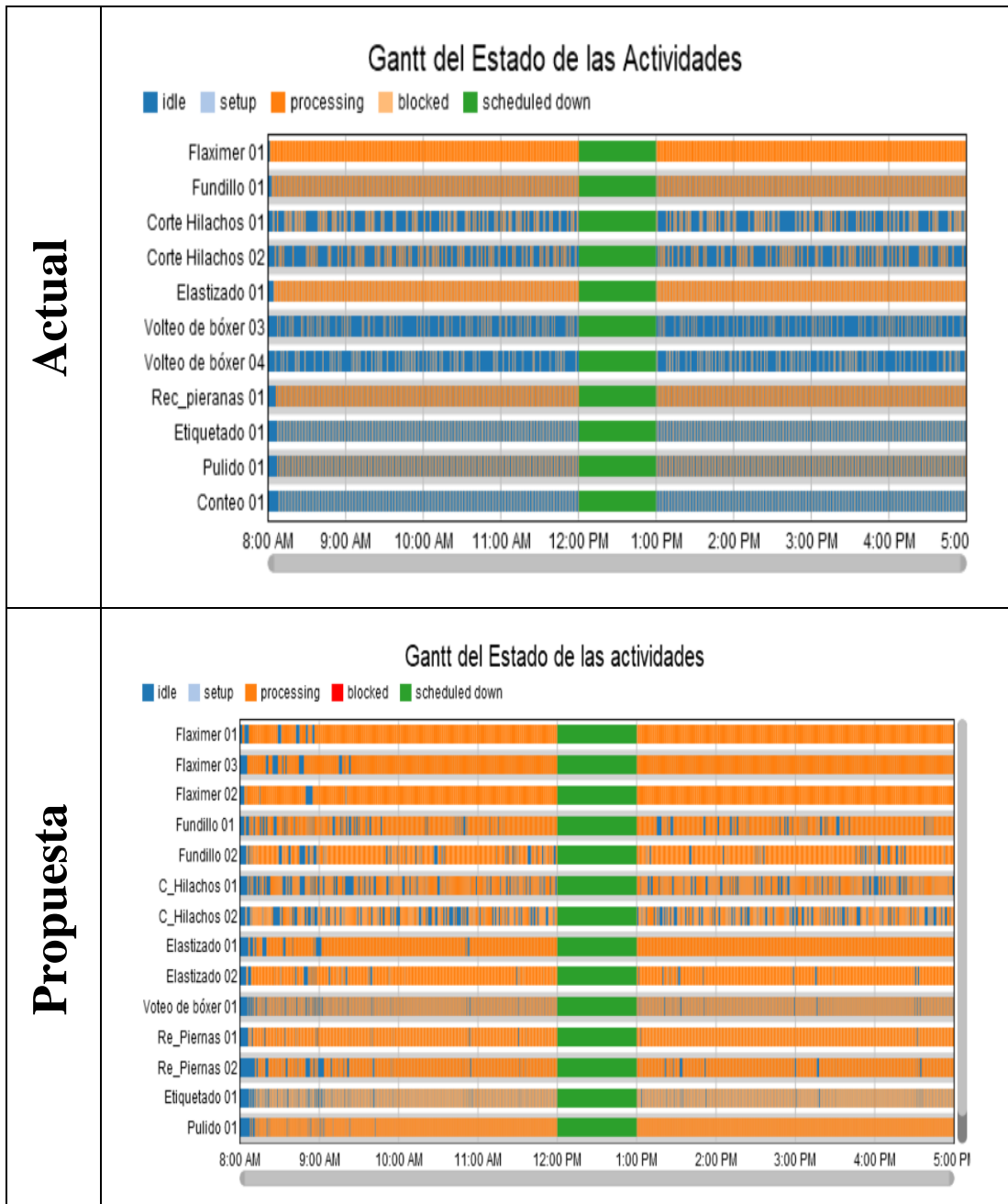
Actual		Propuesta																																																					
<p>Carga de producción</p> <p>Idle Processing</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Actividad</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Flaximer 01</td><td>99.64%</td></tr> <tr><td>Fundillo 01</td><td>58.93%</td></tr> <tr><td>Corte Hilachos 01</td><td>22.67%</td></tr> <tr><td>Corte Hilachos 02</td><td>23.12%</td></tr> <tr><td>Elastizado 01</td><td>73.94%</td></tr> <tr><td>Volteo de bóxer 03</td><td>11.38%</td></tr> <tr><td>Volteo de bóxer 04</td><td>11.42%</td></tr> <tr><td>Rec_piernas 01</td><td>60.67%</td></tr> <tr><td>Etiquetado 01</td><td>20.58%</td></tr> <tr><td>Pulido 01</td><td>34.57%</td></tr> <tr><td>Conteo 01</td><td>16.19%</td></tr> </tbody> </table>		Actividad	Porcentaje	Flaximer 01	99.64%	Fundillo 01	58.93%	Corte Hilachos 01	22.67%	Corte Hilachos 02	23.12%	Elastizado 01	73.94%	Volteo de bóxer 03	11.38%	Volteo de bóxer 04	11.42%	Rec_piernas 01	60.67%	Etiquetado 01	20.58%	Pulido 01	34.57%	Conteo 01	16.19%	<p>Carga de producción</p> <p>Idle Processing</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Actividad</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Fláximer 01</td><td>99.90%</td></tr> <tr><td>Fláximer 02</td><td>99.79%</td></tr> <tr><td>Fláximer 03</td><td>99.69%</td></tr> <tr><td>Fundillo 01</td><td>68.81%</td></tr> <tr><td>C_Hilachos 01</td><td>97.78%</td></tr> <tr><td>Elastizado 01</td><td>59.76%</td></tr> <tr><td>Elastizado 02</td><td>59.70%</td></tr> <tr><td>Volteo de Bóxer 01</td><td>27.15%</td></tr> <tr><td>Rec_piernas 01</td><td>66.69%</td></tr> <tr><td>Rec_piernas 02</td><td>66.66%</td></tr> <tr><td>Etiquetado 01</td><td>73.03%</td></tr> <tr><td>Pulido 01</td><td>90.33%</td></tr> <tr><td>Conteo 01</td><td>56.93%</td></tr> </tbody> </table>		Actividad	Porcentaje	Fláximer 01	99.90%	Fláximer 02	99.79%	Fláximer 03	99.69%	Fundillo 01	68.81%	C_Hilachos 01	97.78%	Elastizado 01	59.76%	Elastizado 02	59.70%	Volteo de Bóxer 01	27.15%	Rec_piernas 01	66.69%	Rec_piernas 02	66.66%	Etiquetado 01	73.03%	Pulido 01	90.33%	Conteo 01	56.93%
Actividad	Porcentaje																																																						
Flaximer 01	99.64%																																																						
Fundillo 01	58.93%																																																						
Corte Hilachos 01	22.67%																																																						
Corte Hilachos 02	23.12%																																																						
Elastizado 01	73.94%																																																						
Volteo de bóxer 03	11.38%																																																						
Volteo de bóxer 04	11.42%																																																						
Rec_piernas 01	60.67%																																																						
Etiquetado 01	20.58%																																																						
Pulido 01	34.57%																																																						
Conteo 01	16.19%																																																						
Actividad	Porcentaje																																																						
Fláximer 01	99.90%																																																						
Fláximer 02	99.79%																																																						
Fláximer 03	99.69%																																																						
Fundillo 01	68.81%																																																						
C_Hilachos 01	97.78%																																																						
Elastizado 01	59.76%																																																						
Elastizado 02	59.70%																																																						
Volteo de Bóxer 01	27.15%																																																						
Rec_piernas 01	66.69%																																																						
Rec_piernas 02	66.66%																																																						
Etiquetado 01	73.03%																																																						
Pulido 01	90.33%																																																						
Conteo 01	56.93%																																																						
Total		Total																																																					
39%		74%																																																					

Interpretación

Se puede evidenciar en la tabla 62, que el porcentaje de aprovechamiento del tiempo por jornada incrementó en un 35% con lo propuesto, la producción en cada actividad mejoró reflejándose en la cantidad de producto terminado superior al que obtienen con las condiciones actuales en el área de confección.

Estado de las actividades, Actual vs. propuesta.

Tabla 65.-Estado de las actividades.



Interpretación

Como se puede observar en las gráficas de Gantt, el tiempo en la jornada de trabajo de todas las actividades tiene una mayor optimización en la propuesta, los operadores la mayor parte de la jornada laboral se encontrarán ocupados produciendo el bóxer BH 7021.

Capacidad de producción y eficiencia en torno a las condiciones actuales vs. Teórico-simuladas

Tabla 66.-Capacidad de producción

Condiciones reales vs. teóricas		
Capacidad de producción en unidades		# operadores
Actual	240	9
Teórica	272	
Teórica-Simulada	272	

Eficiencia del área de confección en torno a las condiciones actuales vs. Teórico-simuladas

La eficiencia expresada en función de producción es la relación que media entre la cantidad máxima de producción que se puede obtener con la cantidad de recursos o factores utilizados por la empresa en un determinado tiempo.

$$Eficiencia = \frac{\textit{producción real}}{\textit{producción propuesta}} * 100\% \quad (10)$$

$$Eficiencia = \frac{240}{272} * 100\%$$

$$Eficiencia = 88,23\%$$

Interpretación

La capacidad actual en el área de confección que maneja por jornada el jefe de área es de 240 unidades (20 docenas), en los cálculos teóricos se obtuvo que en las condiciones actuales lo que debería producir es 272 unidades (23 docenas), se corrobora el análisis teórico con el software FlexSim mediante una simulación teniendo un error de cero unidades entre teórico-simulado y de 32 unidades entre condiciones reales y teórico-simulado. En cuanto a la eficiencia del proceso realizado en el área se obtuvo un 88,23% de aprovechamiento de los recursos utilizados para realizar la confección del producto, dejando un 11,77% de ineficiencia en el área.

Capacidad de producción y eficiencia en torno a las condiciones actuales vs. Teórico propuesto-simuladas propuesto

Tabla 67.-Capacidad de producción en torno a las condiciones actuales vs. Propuesta-simuladas

Condiciones reales vs. Teórica-propuestas		
Capacidad de producción en unidades	# operadores	
Actual	240	9
Propuesta	961	13
Simulada-propuesta	958	13
Esperada	1000	13

Eficiencia del área de confección en torno a las condiciones actuales vs. Teórico propuesto-simulada propuesta

$$Eficiencia = \frac{producción\ real}{producción\ propuesta} * 100\% \quad (10)$$

$$Eficiencia = \frac{961}{1000} * 100\%$$

$$Eficiencia = 96\%$$

Interpretación

El incremento a tres operadores en la actividad flaximer, y a dos operadores en las actividades de elastizado y recubierto de piernas respectivamente, logró aumentar teóricamente la capacidad de producción en 721 unidades, los datos obtenidos en el análisis teórico se los simulo en el software FlexSim y se obtuvo 718 unidades, con un error de 3 unidades respecto a lo teórico, con estos resultados se corrobora la factibilidad de la propuesta planteada.

En cuanto a la eficiencia del proceso obtenido mediante el balance de las líneas entorno a lo esperado pero el jefe de área se tiene un 96%, lo cual es adecuado y en la práctica se puede obtener mejores resultados que beneficien a los intereses de la corporación.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- La corporación IMPACTEX no cuenta con estándares de producción, ni estudios de ingeniería adecuados en área de confección de su producto estrella que le permita explotar al máximo los recursos presentes y lograr un mejor desempeño al momento de realizar sus actividades, por lo cual el cuello botella limita a toda la producción y además la mala organización entre actividades respecto a los transportes generan tiempos efectivos extensos que se traducen en pérdidas significativas de producción.
- Con el estudio de tiempos y movimientos efectuado en el área de confección se logró calcular el tiempo estándar para cada actividad necesaria para el conformado del bóxer BH 7021, posterior al cálculo del tiempo estándar se determinó la capacidad de producción para cada actividad, pudiendo constatar que la actividad flaximer es la que condiciona a la línea de producción y como se maneja en la actualidad el área, su capacidad de producción es de 23 docenas de producto al día.
- Con la estandarización de los tiempos de cada actividad, el jefe del área de confección podrá llevar un adecuado control en el tiempo de producción, además el operador tendrá el conocimiento del tiempo límite para realizar la actividad encomendada, con mencionado se obtendrá beneficios que se reflejarán en el desempeño de la organización.
- Se implementó un nuevo método de trabajo propuesto en el área de confección que siguen dos criterios observados por el investigador para optimizar la producción, en primer lugar se eliminan tres transportes que no generan valor al producto con lo cual el ratio de operación mejora su porcentaje en un 23% y la capacidad de producción del cuello de botella se determinó en 27 docenas por jornada de trabajo, en segundo lugar se realiza un balance de líneas de ensamble, se aumentaron estaciones de trabajo y como resultado se obtuvo un porcentaje de balances de 76% frente al 48% que se

tiene en la actualidad, logrando una capacidad de producción de 80 docenas de producto terminado por jornada y además se disminuyen los tiempos inactivos de los operadores logrando un mejor equilibrio entre estaciones de trabajo.

- Se realizó en el software FlexSim la simulación de la propuesta de mejora planteada, se obtuvo un error de 3 unidades respecto a lo analizado teóricamente, el software permitió analizar en un entorno virtual el manejo de la materia prima en cada actividad y se corroboró que con el aumento de operadores y máquinas en las actividades de flaximer, elastizado y recubierto de piernas el flujo de la materia prima fluye con mayor eficiencia incrementando la producción notoriamente de 23 a 80 docenas por jornada de trabajo reducidos tiempos inactivos.

4.2. Recomendaciones

- Para tener un mejor control de las actividades se recomienda realizar un estudio similar al presentado en esta investigación para cada producto de la categoría “A” presente en la tabla 19.
- Si se opta por implantar la propuesta de mejora en el área de confección, es necesario socializar el Layout presente en la figura 69, a los operadores para que identifiquen la secuencia del transporte y la actividad que realizara cada máquina, con el fin que tengan presente como es la nueva forma de realizar las operaciones y puedan adaptarse de una forma adecuada a las nuevas condiciones de trabajo.
- Implantar la pausa activa en el área, en la cual todos los equipos de costura detengan su operación y los operarios realicen por unos minutos actividades ajenas al proceso (ejercicios, dinámicas, dirigirse a los S.S.H.H. entre otros), con el fin de mejorar su capacidad de concentración y disminuir la tensión muscular innecesaria demostrando la preocupación de la corporación por sus empleados.
- Debido a la generación de residuos de tela e hilos, provenientes de las estaciones de trabajo se recomienda proveer al personal de una aspiradora y elementos de limpieza los cuales en horas específicas de la jornada se los haga uso para retirar los residuos y eliminar el riesgo de accidentes laborales.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias bibliográficas

- [1] L. M. Chasiluisa Unda, “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL ÁREA DE CONFECCIÓN PARA MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA IMPACTEX,” Ambato, 2019.
- [2] G. Farias Iribarren, “Tendencias globales del sector textil,” Aprovechamiento y Sourcing, Feb. 2018.
- [3] G. Farias Iribarren, “Tendencias globales del sector textil. Tercera a quinta tendencia.,” Provisionamiento y Sourcing, Feb. 2018.
- [4] L. R. Bayas Carrasco, “TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE CUERO ESCOLAR EN EL ÁREA SECA DE LA TENERÍA CABARO CÍA. LTDA.,” Ambato, 2019.
- [5] El Comercio, “Sector textil es el segundo de Ecuador que genera más empleo,” Ambato, 2019.
- [6] S. Martínez, “Industria Textil, TERCERA en generación de empleo en Tungurahua,” Mar. 2019.
- [7] D. Bello Parra, F. Murrieta Domínguez, and C. A. Cortes Herrera, “Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias,” 2020.
- [8] G. M. VILLACRESES LOZADA, “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA EMPRESA EMBOTELLADORA DE GUAYUSA ECOCAMPO,” Ambato, 2018.
- [9] L. X. Sandoval Almeida and K. L. Proaño Campaña, “Estandarización del Proceso de Mantenimiento en el Taller Mecánico de Proauto Mediante un Estudio de Tiempos y Movimientos,” Quito, 2017.
- [10] F. S. Sebastián Alejandro, “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL ÁREA DE BODEGA Y SU INCIDENCIA EN LA DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS

DE LA EMPRESA EKUALICORES DE LA CIUDAD DE AMBATO, ” AMBATO, 2019.

[11] P. H. Araújo Cury and J. Saraiva, “Produção de lentes orgânicas no Pólo Industrial de Manaus,” Gestao Producao, 2018.

[12] F. Meyers, Estudio de Tiempos y Movimientos para la manufactura agil, vol. 2. 2019.

[13] R. Sanchis Gisbert, “Diagramación de Procesos,” Departamento de Organización de Empresas, Valencia, 2020.

[14] Universidad Nacional Autónoma de México, “DIAGRAMAS DE PROCEDIMIENTOS,” Mexico, 2019.

[15] R. Sanchis Gisbert, “Tipos de Diagramación de Procesos,” Valencia, 2018.

[16] CABRERA RUEDA DANIEL ALEJANDRO, “ESTUDIO PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE MÉTODOS DE TRABAJO Y TIEMPOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA DE MUEBLES MODULARES METÁLICOS PARA OFICINAS ‘RUEDA CABRERACÍA. LTDA.’, DE LA CIUDAD DE QUITO.,” Quito, 2018.

[17] B. Salazar Lopez, “Suplementos del Estudio de tiempos,” 2019.

[18] B. Salazar Lopez, “Valoración del ritmo de trabajo,” 2019.

[19] E. Madalene, “Estudio de Tiempos: Valoración del Ritmo del Trabajo,” 2020.

[20] S. G. Guaraca Guaraca, “MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA SECCIÓN DE PRENSADO DE PASTILLAS, MEDIANTE EL ESTUDIO DE MÉTODOS Y LA MEDICIÓN DEL TRABAJO DE LA FABRICA DE FRENOS AUTOMOTRICES EGAR S.A.,” 2020.

[21] Resultae, “LA IMPORTANCIA DEL CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN: TU SISTEMA DE MEJORA DE PRODUCTIVIDAD INDUSTRIAL,” 2019.

[22] F. Coll Morales, “Capacidad de producción,” 2021.

[23] B. Salazar López, “Balanceo de línea,” ingenieriaindustrialonline.com, Jun. 2019.

[24] M. Díaz, A. Marco, and R. Zárate Cruz, “Simulación con Flexsim, una nueva alternativa para la ingeniería hacia la toma de decisiones en la operación de un sistema de múltiples estaciones de prueba,” Mexico, 2018.

[25] Universidad de Alicante, “Simulación de un proceso industrial mediante el software FlexSim.” 2019.

Anexos

Anexo 1.-Encuesta realizada al personal del área de confección.

Encuesta al personal que labora en la planta de producción de la corporación IMPACTEX

I. ¿Cree que sería beneficioso para la corporación un estudio de tiempos y movimientos con el cual optimice la producción, reduciendo factores que afecten a la elaboración de los productos?

Si	No
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observación: *Por mi parecer creo q si porq así sabemos cual es nuestro tiempo de hacer nuestro trabajo*

II. ¿Cómo describiría a las condiciones de trabajo que usted esta expuesto/a para realizar las actividades de producción?

Mala	Regular	Buena	Muy buena	Excelente
		<input checked="" type="checkbox"/>		

Observación: *Buena porq cada uno sabe cual es su proceso q tiene q realizar*

III. Considera que el número de trabajadores que laboran en la planta de producción es:

Adecuada	Suficiente	Insuficiente
	<input checked="" type="checkbox"/>	

Observación: *Suficiente por hay muchas de las veces q no hay mucho trabajo en especial en los meses q son bajas las ventas.*

IV. ¿Considera que hay retrasos en el flujo de materiales entre los puestos de trabajo?

Siempre	Ocasional	Nunca
	<input checked="" type="checkbox"/>	

Observación: *Por no mucho porq cada día quien sabe lo q tiene q hacer y también los materiales.*

V. ¿La distribución y el orden de los puestos de trabajo en la planta de producción es la adecuada para realizar todas las actividades sin contratiempos?

Si	No
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observación: Codo quien tiene su espacio

VI. La distancia que recorre el material de su estación de trabajo hacia la siguiente estación de trabajo es:

Extensa	Corta
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Observación: _____

VII. ¿Las herramientas necesarias para realizar su trabajo están ubicadas en lugares apropiados?

Si	No
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

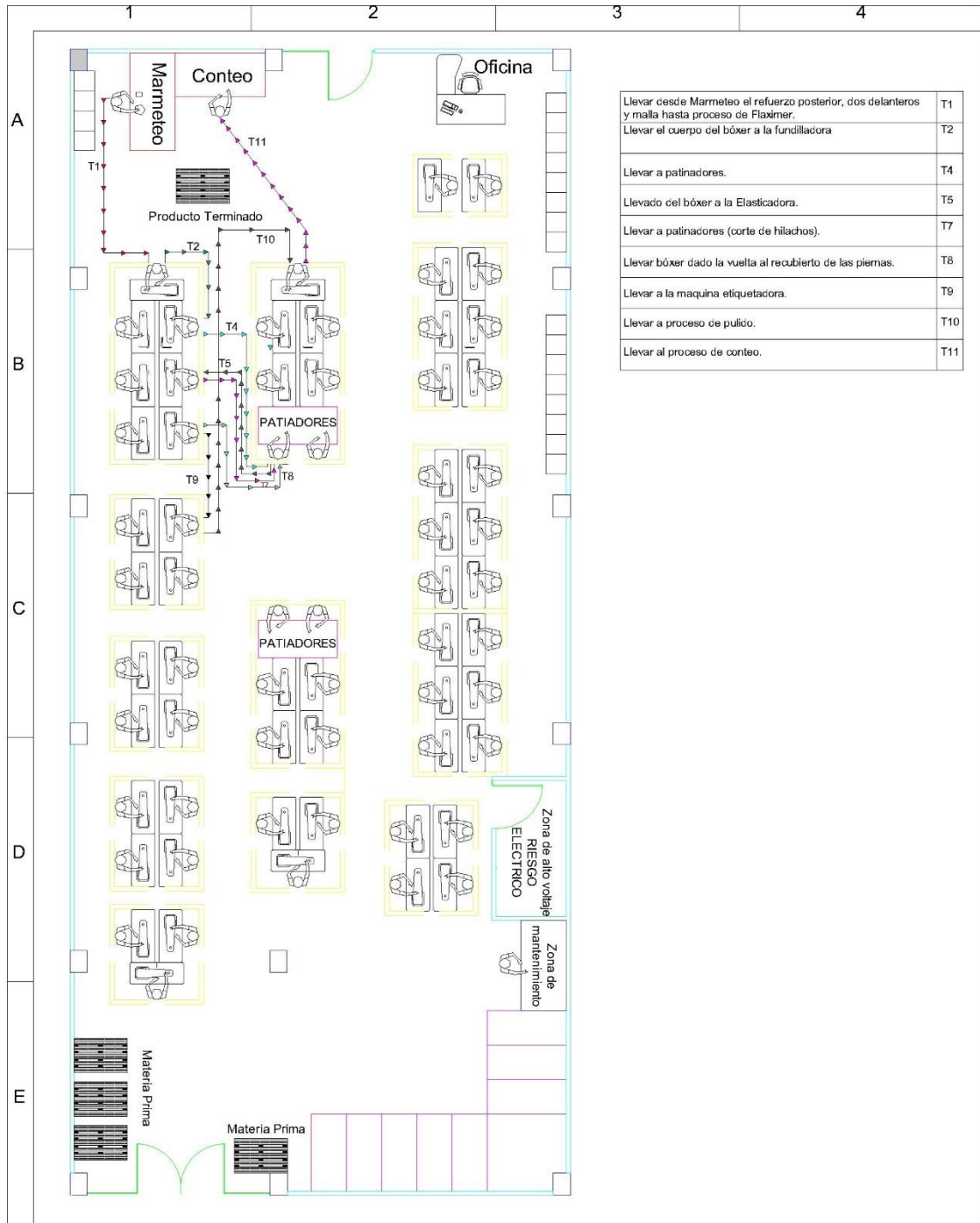
Observación: Siempre

VIII. Se siente motivada/o para realizar las actividades en su puesto de trabajo?

Siempre	En Ocasiones	Nunca
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observación: _____

Anexo 2.-Layout de recorridos propuesto.



Llevar desde Marmeteo el refuerzo posterior, dos delanteros y malla hasta proceso de Flaximer.	T1
Llevar el cuerpo del bóxer a la fundilladora	T2
Llevar a patinadores.	T4
Llevar el bóxer a la Elasticadora.	T5
Llevar a patinadores (corte de hilachos).	T7
Llevar bóxer dado la vuelta al recubierta de las piernas.	T8
Llevar a la máquina etiquetadora.	T9
Llevar a proceso de pulido.	T10
Llevar al proceso de conteo.	T11

	Tolerancia	Peso	Material:	
	----	----		----
	Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
Dib.	12/02/2022	Gamboa K	DIAGRAMA DE RECORRIDO PROPUESTO	S/E
Rev.	12/02/2022	Ing Gavidia		
Apro.	22/02/2022	Ing Gavidia		
			N.- DE DIBUJO	
			FIG. 03	
E	M	F	N	

Anexo 3.-Tiempo estándar para todas las actividades, método actual.

Actividad	Tiempo promedio X(S) (min)	F de desempeño Fd	Suplementos S	Tiempo estándar Ts (min)
Fundillo	0,76	100%	18%	0,90
C. hilachos	0,58	100%	20%	0,70
Elastizado	0,96	100%	18%	1,14
Volteo bóxer	0,29	100%	20%	0,34
Recub. piernas	0,80	100%	18%	0,94
Etiquetado	0,27	100%	18%	0,31
Pulido	0,45	100%	18%	0,53
Conteo P.T.	0,21	100%	18%	0,25

Anexo 4.-Parámetros para la simulación de todas las actividades, modelado actual.

Flexsim Representation of Model 1 - Erlang(E)	Fundillo
Use:	
When using a picklist option:	
Distribution	Erlang
Location	0.026367
Scale	0.687393
Shape	78.000000
When using code:	
	erlang(0.026367, 0.687393, 78.000000, <stream>)

Flexsim Representation of Model 1 - Beta	Corte de hilachos
Use:	
When using a picklist option:	
Distribution	Beta
Minimum	16.044175
Maximum	61.516455
Shape1	33.816193
Shape2	26.729286
When using code:	
	beta(16.044175, 61.516455, 33.816193, 26.729286, <stream>)

Flexsim Representation of Model 1 - Normal	Elastizado
Use:	
When using a picklist option:	
Distribution	Normal
Mean	20.048000
Standard deviation	6.598123
When using code:	
	normal(20.048000, 6.598123, <stream>)

Flexsim Representation of Model 1 - Beta	Recubierto piernas										
Use:											
<p>When using a picklist option:</p> <table border="0"> <tr> <td>Distribution</td> <td>Beta</td> </tr> <tr> <td>Minimum</td> <td>46.896178</td> </tr> <tr> <td>Maximum</td> <td>64.227301</td> </tr> <tr> <td>Shape1</td> <td>6.960277</td> </tr> <tr> <td>Shape2</td> <td>6.335074</td> </tr> </table>		Distribution	Beta	Minimum	46.896178	Maximum	64.227301	Shape1	6.960277	Shape2	6.335074
Distribution	Beta										
Minimum	46.896178										
Maximum	64.227301										
Shape1	6.960277										
Shape2	6.335074										
<p>When using code: beta(46.896178, 64.227301, 6.960277, 6.335074, <stream>)</p>											

Flexsim Representation of Model 1 - Gamma	Etiquetado								
Use:									
<p>When using a picklist option:</p> <table border="0"> <tr> <td>Distribution</td> <td>Gamma</td> </tr> <tr> <td>Location</td> <td>0.000000</td> </tr> <tr> <td>Scale</td> <td>0.163249</td> </tr> <tr> <td>Shape</td> <td>112.968426</td> </tr> </table>		Distribution	Gamma	Location	0.000000	Scale	0.163249	Shape	112.968426
Distribution	Gamma								
Location	0.000000								
Scale	0.163249								
Shape	112.968426								
<p>When using code: gamma(0.000000, 0.163249, 112.968426, <stream>)</p>									

Flexsim Representation of Model 1 - Erlang(E)	Pulido								
Use:									
<p>When using a picklist option:</p> <table border="0"> <tr> <td>Distribution</td> <td>Erlang</td> </tr> <tr> <td>Location</td> <td>0.860185</td> </tr> <tr> <td>Scale</td> <td>0.169658</td> </tr> <tr> <td>Shape</td> <td>182.000000</td> </tr> </table>		Distribution	Erlang	Location	0.860185	Scale	0.169658	Shape	182.000000
Distribution	Erlang								
Location	0.860185								
Scale	0.169658								
Shape	182.000000								
<p>When using code: erlang(0.860185, 0.169658, 182.000000, <stream>)</p>									

Flexsim Representation of Model 1 - Beta	Conteo										
Use:											
<p>When using a picklist option:</p> <table border="0"> <tr> <td>Distribution</td> <td>Beta</td> </tr> <tr> <td>Minimum</td> <td>1.178864</td> </tr> <tr> <td>Maximum</td> <td>25.274007</td> </tr> <tr> <td>Shape1</td> <td>9.343026</td> </tr> <tr> <td>Shape2</td> <td>7.595499</td> </tr> </table>		Distribution	Beta	Minimum	1.178864	Maximum	25.274007	Shape1	9.343026	Shape2	7.595499
Distribution	Beta										
Minimum	1.178864										
Maximum	25.274007										
Shape1	9.343026										
Shape2	7.595499										
<p>When using code: beta(1.178864, 25.274007, 9.343026, 7.595499, <stream>)</p>											

Anexo 5.- Tiempo estándar para todas las actividades, método propuesto.

Actividad	Tiempo promedio X(S) (min)	F de desempeño Fd	Suplementos S	Tiempo estándar Ts (min)
Fundillo	0,33	100%	18%	0,38
C. hilachos	0,36	100%	20%	0,43
Elastizado	0,44	100%	18%	0,52
Volteo bóxer	0,10	100%	20%	0,12
Recub. piernas	0,49	100%	18%	0,58
Etiquetado	0,27	100%	18%	0,31
Pulido	0,34	100%	18%	0,40
Conteo P.T.	0,21	100%	18%	0,25

Anexo 6.- Parámetros para la simulación de todas las actividades, modelado propuesto.

Flexsim Representation of Model 1 - Beta	Fundillo
Use:	
When using a picklist option:	
Distribution	Beta
Minimum	2.829275
Maximum	72.315435
Shape1	15.012027
Shape2	24.305798
When using code:	
beta(2.829275, 72.315435, 15.012027, 24.305798, <stream>)	

Flexsim Representation of Model 1 - Beta	Corte de hilachos
Use:	
When using a picklist option:	
Distribution	Beta
Minimum	11.224362
Maximum	63.424430
Shape1	45.832754
Shape2	33.073691
When using code:	
beta(11.224362, 63.424430, 45.832754, 33.073691, <stream>)	

Flexsim Representation of Model 1 - Beta	Elastizado
Use:	
When using a picklist option:	
Distribution	Beta
Minimum	13.650604
Maximum	79.865485
Shape1	26.616371
Shape2	33.505220
When using code:	
beta(13.650604, 79.865485, 26.616371, 33.505220, <stream>)	

Flexsim Representation of Model 1 - Weibull	Volteo del b6xer								
Use:									
<p>When using a picklist option:</p> <table border="0"> <tr> <td>Distribution</td> <td>Weibull</td> </tr> <tr> <td>Location</td> <td>0.000000</td> </tr> <tr> <td>Scale</td> <td>22.441761</td> </tr> <tr> <td>Shape</td> <td>3.675114</td> </tr> </table> <p>When using code: weibull(0.000000, 22.441761, 3.675114, <stream>)</p>		Distribution	Weibull	Location	0.000000	Scale	22.441761	Shape	3.675114
Distribution	Weibull								
Location	0.000000								
Scale	22.441761								
Shape	3.675114								

Flexsim Representation of Model 1 - Binomial	Recubierto piernas						
Use:							
<p>When using a picklist option:</p> <table border="0"> <tr> <td>Distribution</td> <td>Binomial</td> </tr> <tr> <td>Number of trials</td> <td>63.000000</td> </tr> <tr> <td>Percentage</td> <td>88.873016</td> </tr> </table> <p>When using code: binomial(63.000000, 88.873016, <stream>)</p>		Distribution	Binomial	Number of trials	63.000000	Percentage	88.873016
Distribution	Binomial						
Number of trials	63.000000						
Percentage	88.873016						

Flexsim Representation of Model 1 - Beta	Etiquetado										
Use:											
<p>When using a picklist option:</p> <table border="0"> <tr> <td>Distribution</td> <td>Beta</td> </tr> <tr> <td>Minimum</td> <td>10.145973</td> </tr> <tr> <td>Maximum</td> <td>24.633628</td> </tr> <tr> <td>Shape1</td> <td>9.081356</td> </tr> <tr> <td>Shape2</td> <td>6.833912</td> </tr> </table> <p>When using code: beta(10.145973, 24.633628, 9.081356, 6.833912, <stream>)</p>		Distribution	Beta	Minimum	10.145973	Maximum	24.633628	Shape1	9.081356	Shape2	6.833912
Distribution	Beta										
Minimum	10.145973										
Maximum	24.633628										
Shape1	9.081356										
Shape2	6.833912										

Flexsim Representation of Model 1 - Beta	Pulido										
Use:											
<p>When using a picklist option:</p> <table border="0"> <tr> <td>Distribution</td> <td>Beta</td> </tr> <tr> <td>Minimum</td> <td>21.181612</td> </tr> <tr> <td>Maximum</td> <td>41.275501</td> </tr> <tr> <td>Shape1</td> <td>10.578821</td> </tr> <tr> <td>Shape2</td> <td>9.627161</td> </tr> </table> <p>When using code: beta(21.181612, 41.275501, 10.578821, 9.627161, <stream>)</p>		Distribution	Beta	Minimum	21.181612	Maximum	41.275501	Shape1	10.578821	Shape2	9.627161
Distribution	Beta										
Minimum	21.181612										
Maximum	41.275501										
Shape1	10.578821										
Shape2	9.627161										

Anexo 7.-Layout de recorridos propuesto con el balance de líneas.



	Tolerancia	Peso	Material:	
	----	----		----
	Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
Dib.	12/02/2022	Gamboa K	DIAGRAMA DE RECORRIDO PROPUESTO	S/E
Rev.	12/02/2022	Ing Rienoso		
Apro.	22/02/2022	Ing Rienoso		
	 UTA-FISEI INDUSTRIAL		N.- DE DIBUJO	
			FIG. 04	
E	M	F	N	