



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

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

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESO DE
AUTOMATIZACIÓN**

Tema:

**TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA EDY SÁNCHEZ SPORT**

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

ÁREA: Industrial y Manufactura

LINEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, materiales y producción

AUTOR: Sánchez Zapata Ana Mercedes

TUTOR: Ing. Franklin Geovanny Tigre Ortega, Mg.

Ambato - Ecuador

enero – 2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del Trabajo de titulación con el tema: TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA EDY SÁNCHEZ SPORT, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por la señorita Ana Mercedes Sánchez Zapata, 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 la estudiante ha sido tutorada 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, enero 2022

.....
Ing. Franklin Geovanny Tigre Ortega, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA EDY SÁNCHEZ SPORT, es absolutamente original, autentico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se dependen del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, enero 2022



.....
Ana Mercedes Sánchez Zapata

C.C. 1804148672

AUTOR

APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por la señorita Ana Mercedes Sánchez Zapata 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 **TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA EDY SÁNCHEZ SPORT**, 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, enero 2022

.....

Ing. Pilar Urrutia, Mg.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

.....

Ing. López Arboleda Jessica Paola, Mg.

PROFESOR CALIFICADOR

.....

Ing. Naranjo Chiriboga Israel Ernesto, 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, enero 2022



.....
Ana Mercedes Sánchez Zapata

C.C. 1804148672

AUTOR

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
DERECHOS DE AUTOR.....	v
RESUMEN EJECUTIVO.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	xvii
CAPÍTULO I.....	18
MARCO TEÓRICO.....	18
1.1 Tema de investigación.....	18
1.2 Antecedentes Investigativos.....	18
1.2.1 Contextualización del problema.....	18
1.2.2 Fundamentación teórica.....	20
1.3 Objetivos.....	40
1.3.1 Objetivo general.....	40
1.3.2 Objetivo específico.....	40
CAPÍTULO II.....	41
METODOLOGÍA.....	41
2.1 Materiales.....	41
2.2 Métodos.....	42
2.2.1 Modalidad de Investigación.....	42
Investigación aplicada.....	42
Investigación bibliográfica documental.....	42
Investigación de campo.....	42
Metodología algoritmo DBR derivado de TOC.....	42
2.2.2 Población y muestra.....	43
2.2.3 Recolección de información.....	43
2.2.4 Procesamiento y análisis de datos.....	43

CAPÍTULO III.....	45
RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	45
3.1 Datos de la empresa	45
3.1.1 Visión	45
3.1.2 Misión	45
3.2 Identificación de productos	45
3.2.1 Código de productos que maneja la empresa.....	46
3.3 Histórico de ventas.....	47
3.4 Análisis ABC	48
3.4.1 Selección producto de mayor demanda.....	51
3.5 Descripción de maquinaria y herramientas	53
3.6 Levantamiento de procesos de la empresa	54
3.6.1 Diagrama de flujo de proceso de corte.....	54
3.6.2 Diagrama de flujo de proceso de confección	57
3.6.3 Diagrama de flujo de proceso de empaque	62
3.7 Descripción de las actividades y las zonas del área de producción para elaborar el producto con el código SDG_CH_36.....	64
3.7.1 Descripción de las actividades y zonas que intervienen en el proceso de corte	64
3.7.2 Descripción de las actividades y zonas que intervienen en el proceso de confección	66
3.7.3 Descripción de las actividades y zonas que intervienen en el proceso de empaque	72
3.8 Estudio de tiempos	74
3.8.1 Cálculo del estudio de tiempos del proceso de corte	74
3.8.2 Cálculo del estudio de tiempos del proceso de confección.....	84
3.8.3 Cálculo del estudio de tiempos del proceso de empaque.....	96
3.9 Cursogramas analíticos para producción del código SDG_CH_36	100

3.9.1	Cursograma analítico del proceso de corte	100
3.9.2	Cursograma analítico del proceso de confección.....	104
3.9.3	Cursograma analítico del proceso de empaque	109
3.10	Diagrama de recorridos para producción del código SDG_CH_36	111
3.10.1	Diagrama de recorridos proceso actual	111
3.10.2	Diagrama de recorridos proceso propuesto.....	123
3.11	Fases del proceso de corte, confección y empaque.....	111
3.12	Aplicación del algoritmo DBR para el mejoramiento de la producción y la operación de la empresa.....	117
3.12.1	Paso 1: Identificar la actividad que limite el proceso	117
3.12.2	Paso 2: Explotar la restricción determinada.....	117
3.12.3	Paso 3: Subordinación de todas las actividades en función del cuello de botella.....	124
3.12.4	Paso 4: Elevación de la restricción del sistema.....	139
3.12.5	Paso 5: Regresar al paso 1.....	140
3.13	Validación del modelo	140
CAPÍTULO IV.....		149
4.1	Conclusiones	149
4.2	Recomendaciones.....	151
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		153
ANEXO.....		158
Anexo 1:	Familias de productos.....	159
Anexo 2:	Layout de la empresa Edy Sánchez Sport.	161
Anexo 3:	Diagrama de recorridos del proceso actual de la empresa Edy Sánchez Sport.....	162
Anexo 4:	Diagrama de recorridos del proceso propuesto de la empresa Edy Sánchez Sport.....	163

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación gráfica del análisis ABC	23
Figura 2. Análisis ABC de la línea deportiva de la empresa Edy Sánchez Sport	50
Figura 3. Diseño de la chompa de la Unidad Educativa Santo domingo de Guzmán talla 36.....	51
Figura 4. Molde de espalda y manga de la prenda con código SDG_CH_36.....	52
Figura 5. Molde de la capucha, bolsillo, blandices y cuello de la prenda con código SDG_CH_36.	52
Figura 6. Molde de las piezas blancas 1, 3, 5, 6 y 8 de la prenda con código SDG_CH_36.	52
Figura 7. Molde de las piezas azules 2, 4 y 7 de la prenda con código SDG_CH_36.	52
Figura 8. Diagrama de flujo del proceso de corte del código SDG_CH_36.....	55
Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de corte de las piezas del código SDG_CH_36.	56
Figura 10. Diagrama de flujo del proceso de corte de las piezas en tela azul del código SDG_CH_36	56
Figura 11. Diagrama de flujo del proceso de corte de tela en pares.	57
Figura 12. Diagrama de flujo del proceso de corte de tela en lado derecho.	57
Figura 13. Diagrama de flujo del proceso de confección del código SDG_CH_36.	58
Figura 14. Diagrama de flujo del proceso para enviar a bordar la prenda con el código SDG_CH_36.	62
Figura 15. Diagrama de flujo del proceso de almacenado del código SDG_CH_36	63
Figura 16. Desenrollar tela.....	64
Figura 17. Enrollar tela.	64
Figura 18. Alistar molde.	65
Figura 19. Doblado de la tela en pares.....	65
Figura 20. Doblado de la tela en lado derecho.....	65
Figura 21. Moldear sobre la tela.	66
Figura 22. Recorte de la tela.	66
Figura 23. Separar y ordenar piezas.....	67
Figura 24. Preparar máquina.....	67
Figura 25. Armado delantero en máquina overlock.....	67

Figura 26. Pespunte delantero en máquina recta.....	68
Figura 27. Armado capucha en máquina overlock.....	68
Figura 28. Pespunte capucha en máquina recta.	68
Figura 29. Recubrir capucha en máquina recubridora.	69
Figura 30. Unión de hombros máquina overlock.....	69
Figura 31. Pespunte de hombros máquina recta.	69
Figura 32. Recorte del sobrante delantero.....	70
Figura 33. Armado bolsillo máquina overlock.	70
Figura 34. Armado cuello máquina overlock.....	70
Figura 35. Pegado cierre máquina recta.....	71
Figura 36. Unión de mangas máquina overlock.....	71
Figura 37. Pespunte de mangas máquina recta.	71
Figura 38. Cerrado de la chompa máquina overlock.	72
Figura 39. Unión de faja máquina overlock.....	72
Figura 40. Corte de hilos de la prenda confeccionada.	73
Figura 41. Doblado de la prenda confeccionada.....	73
Figura 42. Empacado de la prenda confeccionada.....	73
Figura 43. Almacenado del producto confeccionado.....	74
Figura 44. Tiempo estándar de las fases del proceso actual de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36.	116
Figura 45. Tiempo estándar de operación de los trabajadores en el proceso actual de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36.	116
Figura 46. Tiempo promedio de las fases 10 del proceso de confección actual vs propuesto.....	117
Figura 47. Tiempo estándar de la fase 2, 6 y 7 del proceso de confección actual vs propuesto.....	118
Figura 48. Tiempo promedio de las fases 1, 2, 3 y 4 del proceso de corte actual vs propuesto.....	119
Figura 49. Tiempo promedio de las fases 2, 5 y 7 del proceso de confección actual vs propuesto.....	119
Figura 50. Tiempo promedio de las fases 9, 11, 13, 14 y 15 del proceso de confección actual vs propuesto.....	120

Figura 51. Tiempo estándar de las fases del proceso actual vs propuesto de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36.	121
Figura 52. Tiempo promedio de las fases del proceso actual vs propuesto de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36.	121
Figura 53. Tiempo estándar y promedio del proceso actual vs propuesto de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36.	122
Figura 54. Tiempo estándar de operación de los trabajadores del proceso actual vs propuesto de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36.....	123
Figura 55. Modelo diseñado en FlexSim	126
Figura 56. Modelo diseñado en FlexSim del proceso actual del código SDG_CH_36.	127
Figura 57. Modelo diseñado en FlexSim del proceso propuesto de corte del código SDG_CH_36	132
Figura 58. Productividad del proceso de corte, confección y empaque actual vs propuesto del código SDG_CH_36.....	139
Figura 59. Utilización de los trabajadores del proceso de corte, confección y empaque actual vs propuesto del código SDG_CH_36.....	139
Figura 60. Tiempo requerido en días para procesamiento de lote de 50 unidades. .	141
Figura 61. Porcentaje de mejora del proceso actual vs propuesto de corte, confección y empaque.	142
Figura 62. Especificaciones de la tela bioto.....	143
Figura 63. Moldear sobre la tela blanca	143
Figura 64. Moldear sobre la tela azul.....	144
Figura 65. Capacidad de producción del proceso actual vs propuesto de corte, confección y empaque.....	145
Figura 66. Indicadores operativos y financieros del proceso actual vs propuesto. ..	146
Figura 67. Porcentaje de mejora de utilización de los operarios del proceso actual vs propuesto.....	148

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Escala de valoración del ritmo de trabajo	26
Tabla 2. Criterio según la General Electric para la toma de tiempos.....	28
Tabla 3. Símbolos de Diagrama de Flujo de Proceso	29
Tabla 4. Sistema Westinghouse para la calificación de habilidades.....	33
Tabla 5. Sistema Westinghouse para la calificación del esfuerzo.	33
Tabla 6. Sistema Westinghouse para la calificación de las condiciones.....	33
Tabla 7. Sistema Westinghouse para la calificación de la consistencia.....	33
Tabla 8. Suplementos constantes de la OIT en % del Tiempo Normal.	34
Tabla 9. Suplementos variables de la OIT en % del Tiempo Normal.....	34
Tabla 10. Materiales.....	41
Tabla 11. Nómina de los trabajadores del departamento de producción de Edy Sánchez Sport.	43
Tabla 12. Datos de la empresa Edy Sánchez Sport.....	45
Tabla 13. Línea deportiva de la empresa Edy Sánchez Sport.....	45
Tabla 14. Códigos de las diferentes unidades educativas	46
Tabla 15. Códigos de los tipos de productos de la línea deportiva	46
Tabla 16. Datos históricos de la línea deportiva de la empresa Edy Sánchez Sport del año 2018 y 2019.....	47
Tabla 17. Valorización, porcentaje de consumo y porcentaje de consumo acumulado de la línea deportiva de la empresa Edy Sánchez Sport.....	48
Tabla 18. Resumen del Análisis ABC de la línea deportiva de la empresa Edy Sánchez Sport.....	51
Tabla 19. Descripción de la maquinaria y herramientas utilizadas en el proceso de confección	53
Tabla 20. Actividades y tiempos del proceso de corte en lote de 3 unidades del código SDG_CH_36.	75
Tabla 21. Estudio de tiempo del proceso de corte del código SDG_CH_36.	78
Tabla 22. Valoración y suplementos del proceso de corte del código SDG_CH_36. 81	
Tabla 23. Actividades y tiempos del proceso de confección en lote de 3 unidades del código SDG_CH_36.	85
Tabla 24. Estudio de tiempo del proceso de confección del código SDG_CH_36....	88

Tabla 25. Valoración y suplementos del proceso de confección del código SDG_CH_36.	92
Tabla 26. Actividades y tiempos del proceso de empaque en lote de 3 unidades del código SDG_CH_36.	97
Tabla 27. Estudio de tiempo del proceso de empaque del código SDG_CH_36.....	98
Tabla 28. Valoración y suplementos del proceso de empaque del código SDG_CH_36.	99
Tabla 29. Cursograma analítico del proceso de corte del código SDG_CH_36.....	101
Tabla 30. Cursograma analítico del proceso de confección del código SDG_CH_36.	105
Tabla 31. Cursograma analítico del proceso de empaque del código SDG_CH_36.	110
Tabla 32. Recorridos generados en el proceso actual de corte, confección y empaque	111
Tabla 33. Tiempo estándar total de cada actividad del proceso de corte del código SDG_CH_36.	113
Tabla 34. Tiempo estándar total de cada actividad del proceso de confección del código SDG_CH_36.	113
Tabla 35. Tiempo estándar total de cada actividad del proceso de empaque del código SDG_CH_36.	115
Tabla 36. Recorridos generados en el proceso propuesto de corte, confección y empaque	123
Tabla 37. Datos para el modelo diseñando en FlexSim del proceso actual de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36.	128
Tabla 38. Datos para el modelo diseñando en FlexSim del proceso propuesto de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36	133
Tabla 39. Tiempo de la simulación del proceso actual de corte, confección y empaque	140
Tabla 40. Tiempo de la simulación del proceso propuesto de corte, confección y empaque	141
Tabla 41. Porcentaje de mejora del proceso actual vs propuesto de corte, confección y empaque	141

Tabla 42. Cálculo de los indicadores operativos y financieros del proceso actual vs propuesto.	146
Tabla 43. Utilización de los trabajadores del proceso de corte, confección y empaque actual vs propuesto.	147
Tabla 44. Utilización promedio y porcentaje de mejora de los trabajadores del proceso de corte, confección y empaque actual vs propuesto	147

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación trata del desarrollo de la Teoría de Restricciones para la mejora de la capacidad productiva dentro de la empresa textil Edy Sánchez Sport, mediante la identificación de los problemas operacionales de la organización a través de un estudio de tiempos y así poder aplicar el algoritmo DBR para lograr la mejora mencionada. En primer lugar, se trabajará de forma conjunta con la empresa que facilitará la información correspondiente sobre los inventarios y registros de ventas de los productos ofertados en la línea deportiva, y de este modo determinar la situación actual de la empresa textil Edy Sánchez Sport. Posteriormente, con la ayuda del histórico de ventas, se realiza el análisis ABC, donde 24 productos representan el 80 % de las ventas totales en la empresa y el producto con mayor demanda corresponde a la chompa deportiva talla 36 de la Unidad Educativa Santo Domingo de Guzmán. A continuación, se efectuará la descripción de la maquinaria existente dentro del proceso productivo y luego se llevará a cabo el levantamiento de procesos (corte, confección, empaquetado) por medio del flujograma y se describen las distintas actividades que intervienen en las zonas de producción. Seguidamente, se procede a efectuar el estudio de tiempos para cada proceso de producción en función de los criterios de General Electric y, a partir de los datos obtenidos se elabora el cursograma analítico. Entonces se procede con la aplicación del algoritmo DBR derivado de TOC. Por medio de la simulación en FlexSim se alcanza un porcentaje de mejora del 86,48% dentro del proceso de corte, llegando a aumentar la capacidad de producción hasta 109,26 unidades por hora, mientras que en el proceso de confección la mejora es de 58,29% y en el de empaque no se obtuvo una mejora. En el proceso actual y propuesto, la tasa de transferencia efectiva es de 9,00 dólares y los gastos operativos se reducen de 4,15 dólares a 3,94 dólares por unidad, es decir, se generó una reducción del 5,03% por producto, lo cual se verifica en el indicador financiero, donde la utilidad neta del proceso aumentó en 4,30% por producto con el modelo propuesto.

Palabras clave: Teoría de restricciones, análisis ABC, estudio de tiempos, algoritmo DBR.

ABSTRACT

This research project deals with the development of the Theory of Restrictions for the improvement of the productive capacity within the textile company Edy Sánchez Sport, by identifying the operational problems of the organization through a time study and thus being able to apply the DBR algorithm to achieve the mentioned improvement. In the first place, work will be carried out jointly with the company that will provide the corresponding information on the inventories and sales records of the products offered in the sports line, and in this way determine the current situation of the textile company Edy Sánchez Sport. Subsequently, with the help of the sales history, the ABC analysis is carried out, where 24 products represent 80% of the total sales in the company and the product with the highest demand corresponds to the size 36 sports sweater of the Santo Domingo Educational Unit. Guzman. Next, the description of the existing machinery within the production process will be carried out and then the process survey (cutting, preparation, packaging) will be carried out by means of the flowchart and the different activities that intervene in the production areas are described. Next, a time study is carried out for each production process based on General Electric's criteria and, based on the data obtained, the analytical flow chart is drawn up. Then we proceed with the application of the DBR algorithm derived from TOC. Through the simulation in FlexSim, an improvement percentage of 86.48% is achieved within the cutting process, increasing the production capacity to 109.26 units per hour, while in the manufacturing process the improvement is 58.29% and in the packaging no improvement was obtained. In the current and proposed process, the effective transfer rate is \$9.00 and operating expenses are reduced from \$4.15 to \$3.94 per unit, or a 5.03% reduction per unit. product, which is verified in the financial indicator, where the net profit of the process increased by 4.30% per product with the proposed model.

Keywords: Theory of Constraints, ABC analysis, time studies, DBR algorithm.

INTRODUCCIÓN

Las empresas de manufactura asociadas a los productos textiles han tenido un crecimiento en la tecnificación de los procesos productivos a nivel mundial. No obstante, este sector productivo también presenta desafíos al momento de buscar obtener un mayor beneficio económico y productivo. En muchas ocasiones, los problemas de productividad vienen por el manejo inadecuado de stocks de los productos de bodega, lo cual implica un mayor gasto financiero y llega a reducir el capital de trabajo [1].

La diversificación de la industria textil permite al Ecuador producir innumerables productos textiles, siendo los hilados y tejidos los principales productos de producción. Sin embargo, la producción de textiles y prendas de vestir está en constante aumento. Actualmente, la industria textil y de la confección es la tercera industria más grande en la industria manufacturera, contribuyendo con más del 7% al PIB manufacturero nacional [2].

Edy Sánchez Sport es una empresa textil ambateña dedicada a la fabricación de ropa deportiva, uniformes, en general, ropa de vestir para hombres, mujeres y niños. La empresa tuvo sus inicios en la década de los 90's y está especializada en la producción de ropa deportiva. Dado sus problemas con atrasos de pedidos y con la entrega de materia prima por parte de los proveedores, es que por medio de TOC pretende aumentar la capacidad de producción y que el flujo productivo sea el más óptimo posible [3].

La investigación tiene la siguiente estructura: en el capítulo I consta el problema a investigar, antecedentes investigativos y fundamentación teórica y objetivos. Por su parte, el capítulo II contiene el marco metodológico como: materiales, métodos, modalidad de investigación, población y muestro, recolección de información, procesamiento y análisis de datos. En el capítulo III están los resultados y discusión. En el capítulo IV se incluye conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

“TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA EDY SÁNCHEZ SPORT”.

1.2 Antecedentes Investigativos

1.2.1 Contextualización del problema

La Organización Mundial de Comercio (OMC) en la intervención de su director Adjunto Alan WM. Wolf quien resalta la mejora tecnológica en cuanto a TI se refieren y en conjunto con las condiciones de mercado proyectables dan paso a cadenas de valor a nivel mundial, siendo en la actualidad aquellas que dominan la producción y el comercio de manufacturas. De igual forma, dado el aumento de la automatización de las empresas, el arbitraje de costos de mano de obra pasó a un segundo plano. Un agravante a la producción y transporte ha sido el acontecimiento de desastres naturales por el cambio climático, siendo las empresas arrastradas al replanteamiento de la manera de crear redes de suministro más resilientes [4][5].

La OMC tiene una gran relación con los procesos productivos y la cadena de suministro por la que pasan los distintos productos. La automatización de los procesos gracias a la mejora tecnológica ha logrado que las industrias mejoren su capacidad productiva, aún existen falencias dentro de estos sistemas. Además, se denotan las consecuencias en el área de manufactura en las empresas, dados los desastres atribuidos al cambio climático. Si bien se habla desde el enfoque comercial, se puede denotar que existe una ligada relación entre el mercado y la producción expuesta por las empresas alrededor del globo. A nivel mundial, el hecho de pasar por una época pandémica hace que existan problemas relacionados a la manufactura de productos y el evitar el desabastecimiento de los elementos más requeridos, por lo cual ahí se nota la importancia de estudiar los procesos productivos que forman parte de la cadena de suministro [5].

En un contexto regional/continental, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe perteneciente a las Naciones Unidas (CEPAL), dentro del área del Desarrollo Productivo y Empresarial tiene la misión de fundar las bases y difundir análisis y

propuestas de carácter político, las cuales tengan una relación directa con la estructura dinámica de los sistemas productivos y de innovación. Es relevante también comprender que estas estructuras deben alinearse a un contexto microeconómico y sectorial con sus respectivos determinantes, pero poniendo énfasis al impacto económico, social y ambiental. De igual manera, se encarga de evaluar las propuestas políticas públicas que sean dentro de la estructura productiva de los sectores industrial y de servicios, prestando además asistencia técnica para así apoyar el desarrollo de capacidades de actores económicos relevantes dentro de la región [6].

Tal como se menciona, la CEPAL es el organismo regional Latinoamericano que tiene por misión difundir propuestas de índole político y que estas se encaminen dentro del contexto microeconómico de la región. Es importante el deber que cumple esta organización en cuanto a la evaluación de las políticas públicas dado que de estas dependen la estructura productiva dentro los sectores de la industria y manufactura, además de que varios países han solicitado la asesoría técnica para poder desarrollar de manera óptima las capacidades productivas [6].

Por otro lado, en un estudio realizado en el 2020, las micro, las pequeñas y las medianas empresas (Mipymes) no son capaces de utilizar su maquinaria, instalaciones y fuerza productiva a la mayor capacidad posible [7]. Esto se debe en gran parte a la recesión económica y a las condiciones del mercado nacional ecuatoriano. Los datos que se tienen para Ecuador son a partir de 2017, según datos de la Cámara de la Pequeña Industria de Pichincha, el 22% de la capacidad instalada de las empresas dentro de la categoría de Mipymes, se encuentra subutilizada. De manera similar, según el Observatorio de la Mipyme de la Universidad Andina Simón Bolívar, la mitad (50 %) de las Mipymes cubrían el mercado interno y solo el 4% tenían las condiciones necesarias y podían exportar. Para Wilson Araque, director del área de gestión de esta Alma máter, el mercado local es pequeño y lo que se debe buscar es que las empresas apunten a internacionalizarse [8].

Se busca realizar el estudio respectivo en la fábrica Edy Sánchez Sport para formular estrategias que permitan determinar cómo se realizan los procesos, si la distribución es la óptima y si la maquinaria empleada tiene un alto rendimiento. Esta empresa está categorizada dentro de las pequeñas empresas (PYMES) a causa de la estructura

organizativa y el número de trabajadores con los que se desarrolla actualmente. Se afirma que esta empresa cuenta con un alto número de clientes, que en ocasiones la planificación de producción no ha sido suficiente y, por ende, la organización de la misma no se ha llegado a concluir. El trabajo es constante y los trabajadores tienen definida sus tareas, sin embargo, es necesario crear una sinergia entre las distintas áreas productivas para evitar tiempos muertos, desperdicio de material y atrasos con la recepción de la materia prima al llevar a cabo su trabajo.

Dada la situación que se presenta de manera frecuente y que de a poco se pierda terreno frente a la competencia, se comprende la no existencia de mejoras dentro del proceso productivo siendo la consecuencia que la rentabilidad de la empresa se ponga en peligro. Las principales razones se dan por un deficiente control de inventarios de los materiales y productos, así como la falta de una planificación óptima de acuerdo con la demanda. Esto se torna más complicado dado que los empleados no conocen sobre estos temas de optimización y aumento de la capacidad de producción. Tal situación agudiza la problemática del control de inventarios, desperdicios y manejo de proveedores para una planificación acertada con la demanda del mercado.

1.2.2 Fundamentación teórica

En el artículo *The Theory of Constraints and the Small Firm: An alternative strategy un the Manufacturing Management* estudia la aplicación práctica de TOC y para identificar algunas de las principales estrategias relacionadas con esta aplicación. El objetivo corresponde a la demostración de una teoría que trata a las organizaciones como un sistema integrado, mas no como un conjunto de procesos independientes. Según esta teoría, la organización es vista como una cadena sincronizada, en el que los vínculos de cada actividad forman un sistema completo, capaz de crear sinergia para toda la empresa. TOC es especialmente útil para ayudar a las empresas, a reducir sus plazos de entrega y sus niveles de existencias. Se puede concluir que los usuarios de esta teoría informan las reducciones de plazos en sus procesos de orden del 30% al 45% y, en relación con sus existencias, disminuciones de entre el 50% y el 75%. También da lugar a una mayor flexibilidad del sistema de producción mediante una optimización de la mezcla de fabricación [3].

El paper Theory of Constraints (TOC) Production and Manufacturing Performance expone un estudio empírico que explica la relación entre la producción de TOC y el rendimiento operativo en las plantas de fabricación. Para llevar a cabo el estudio, se realizan cuestionarios para poder recopilar los datos de una muestra de 61 empresas europeas que han aplicado TOC. El caso más interesante se da en la metodología de la cuerda de amortiguación del tambor, la elaboración de un programa maestro de producción se basa en las limitaciones y el uso de aquellos recursos que no limitan la producción y que exceden la capacidad, son las principales prácticas aplicadas con el fin de mejorar la competitividad y el rendimiento en las empresas [9].

Por su parte, el proyecto denominado The Application Of Theory Of Constraints In A Production Planning Process With reference to its application in ABB Company define un programa de producción, secuencia de operaciones, cantidades económicas por lotes y las prioridades de despacho para determinar el flujo de trabajo. Durante el proceso de fabricación pueden surgir algunas limitaciones que afecten al rendimiento, el inventario y los gastos de explotación de este proceso. Por ende, esta investigación hace referencia a la aplicación de TOC, que se utiliza para identificar, analizar y eliminar las limitaciones que restringen el proceso de agregación de valor de una empresa. Lo que se ha observado es que, la empresa aumenta su nivel de servicio al cliente hasta casi un 88%, por lo cual se acerca al objetivo determinado y esta sigue trabajando en la mejora de su proceso de planificación y de su rendimiento, para alcanzar el nivel deseado del 95% [10].

En el estudio The Case Study of Bottlenecks identification for practical implementation to the Theory of Constraints, establece que, en TOC de Goldratt, los cuellos de botella del sistema son fundamentales para mejorar la productividad y la rentabilidad de todo el sistema de producción. El propósito de esta investigación es desarrollar pasos prácticos para identificar cuellos de botella en los sistemas de producción caracterizados por un flujo uniforme. Mejorando los cuellos de botella y eliminando los defectos modulares, este proceso ha aumentado hasta en un 89,40%, llegando así a tener un tiempo por ciclo de 3,08 segundo [11].

En la investigación de propuesta de mejora dentro de la empresa Tablenorte S.A.C., la misma que destina sus esfuerzos a la comercialización de artículos para la industria

relacionada con los muebles. En este contexto, la melamina habilitada constituye la mayor demanda, acorde a las especificaciones del cliente. Dentro de los principales problemas determinados en la organización están los retrasos en la entrega de pedidos, además del incumplimiento de una considerable parte de estos y que a la larga generan una pérdida considerable en cuanto a la economía de la empresa. Por tanto, Mauricio Baron propone el uso de la teoría de restricciones para así establecer un flujo continuo entre las distintas operaciones dentro del proceso productivo [12].

La investigación centrada en la implementación de la teoría de restricciones dentro del área productiva en industrias textiles intenta demostrar si existe o no un aumento en la productividad. Para el análisis de la situación actual se emplea un análisis de Pareto, de acuerdo a los datos de febrero, marzo y abril del 2021. Se hace un cálculo de la productividad actual de 16.38 unidades por hora. Siguiendo los pasos de la metodología de TOC, puede establecerse un modelo para poder simular los procesos productivos, llegando a determinar una productividad de 20,81 unidades hora con el modelo planteado [13].

Análisis ABC

La competitividad se ha convertido en un factor fundamental dentro de cualquier organización y para ello es indispensable tener mejoras y optimizaciones en cuanto al ciclo de sus procesos productivos. Dentro de este contexto, el proceso o manufactura esbelta y la metodología 5S tienen un enfoque directo en cuanto a competitividad refiere. La clasificación de inventario ABC es un sistema para subdividir y organizar los productos del almacén en función de la importancia, la relevancia, el valor económico, los ingresos y la facturación. Además, tiene como objetivo priorizar los productos más importantes, con mayor impacto en los beneficios de la empresa y con mayor facturación, en lugar de tratar todas las referencias por igual u organizarlas por tamaño, peso o cantidad [14]. Para el establecimiento del método, se deben seguir los siguientes pasos:

- Definir los objetos de costo, actividades clave, recursos y causantes de costos relacionados. Además de la definición de actividades que sean aporte a beneficios (outputs) a razón de dichas actividades.

- Desarrollar un diagrama adecuado a la representación del flujo de las actividades y recursos asociados. Por tanto, poder definir el vínculo entre las actividades y outputs.
- Recopilar datos pertinentes que hagan referencia a costos y el flujo físico de las unidades del causante de costo entre los recursos y actividades. Así es posible desarrollar el costo de actividades.
- Calcular e interpretar la información adquirida por medio de los pasos anteriores y en las actividades. Por tanto, la administración cuenta con datos de costos más exactos y tanto la planificación como la toma de decisiones se hace más técnica [15].

Dentro del modelo se distinguen tres categorías principales: El grupo **A** corresponde a aquellos productos con coste elevado y destacado aporte de utilidades, por tanto, son los elementos más importantes para la empresa. En cantidad de material rondan entre un 5% y un 15%, no obstante, representan un 80% del total del valor. Por su lado, en el grupo **B** están del 20% al 30% de cantidad de material y en un aproximadamente 25% del valor. De manera general no se les toma un control exhaustivo como a las del grupo **A**. Finalmente, el grupo **C** posee entre el 50% y el 60% de los ítems, sin embargo, aportan apenas el 20% del valor. Como se observa en la figura 1, los grupos se pueden representar gráficamente [16].

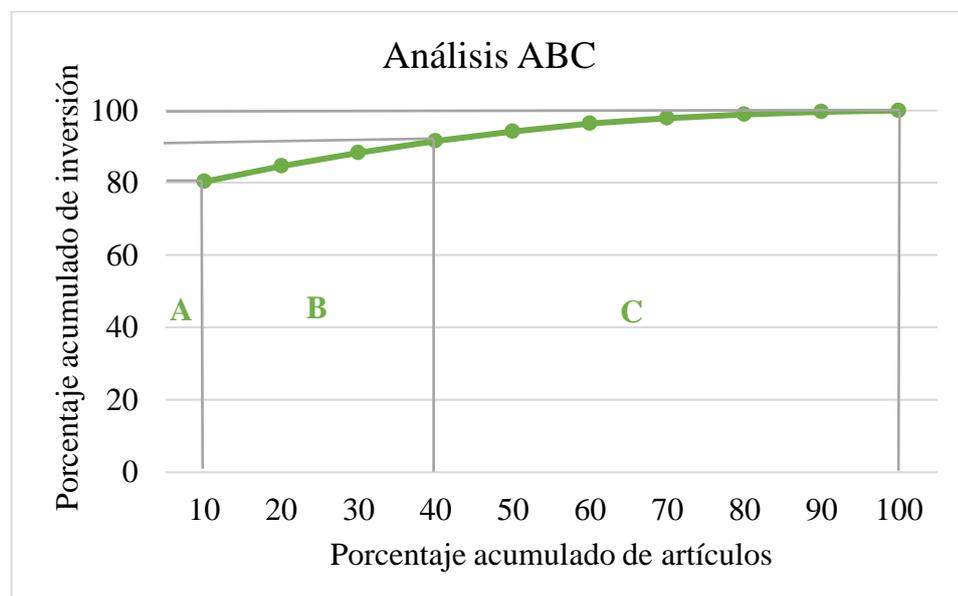


Figura 1. Representación gráfica del análisis ABC [17].

Diagrama de Pareto

Corresponde a una representación gráfica comparativa de los datos obtenidos sobre un determinado problema y así definir los aspectos prioritarios que son el tema de análisis. Su fundamento se sostiene en que el 20% de las causas producen el 80% de los efectos. Entonces el objetivo está en identificar ese pequeño porcentaje de causas más importantes y actuar sobre este que representa la mayor ponderación [18].

Productividad

La productividad dentro de un sistema se relaciona con la eficiencia de una máquina. Por tanto, la productividad se define como la relación entre producción de la riqueza y el insumo de los recursos productivos. El producto es la cantidad producida mientras que el insumo está conformado por diversos recursos, entre los cuales están: terrenos, edificios, maquinaria, materiales, mano de obra, entre otros. Se puede calcular por medio de la ecuación 1 [19].

$$Productividad = \frac{Salida}{Entrada} \quad (1)$$

Una mayor productividad se traduce en una mayor producción, lo que aumenta las ventas, reduce los costos y aumenta las ganancias. Es bueno para todas las empresas, de la siguiente manera:

Dentro del campo administrativo:

- ✓ Mayores beneficios.
- ✓ Garantiza la estabilidad de la organización.
- ✓ Genera un mayor volumen de ventas y proporcionan una oportunidad para la expansión de la empresa dentro de mercados más amplios.
- ✓ Proporciona prosperidad y reputación general a la organización.

En los trabajadores:

- ✓ Salarios más altos.
- ✓ Mejor nivel de vida de los trabajadores.
- ✓ Ayudan a las condiciones de trabajos.
- ✓ Seguridad y satisfacción en el trabajo.

Para los consumidores:

- ✓ Mejor calidad del producto.
- ✓ Reducción de precios.
- ✓ Mayor satisfacción para los consumidores [19].

Estudio de trabajo

Las empresas siempre están buscando formas de incrementar la productividad, porque a través de este método, pueden verificar su competitividad en un mercado de constante cambio, el desempeño realizado en un trabajo y compararlo con el desempeño más alto que se puede lograr adoptando mejores métodos. Para realizar un trabajo de investigación, es necesario comprender las herramientas utilizadas para el trabajo de medición y los métodos de investigación. Se trata de comprobar cómo se realiza la actividad con el fin de simplificar o modificar el método de funcionamiento para reducir el trabajo innecesario y excesivo, o el uso inadecuado de los recursos para realizar la actividad. Para cualquier empresa, si el trabajo se reduce en un porcentaje, el mismo valor porcentual corresponderá a un aumento de la productividad, lo que no solo reduce el tiempo, sino que también reduce los costos [20].

Estudio de Métodos

Corresponde a la aplicación de métodos y herramientas de ingeniería dentro de un estudio de trabajo, para crear o mejorar un sistema productivo, involucrando recursos y condiciones de trabajo. Este tipo de estudio se emplea para analizar:

- ✓ Movimiento de personas, materiales e información con la ayuda de flujogramas y diagramas de proceso.
- ✓ La actividad hombre-máquina, la actividad del equipo de trabajo por medio de diagrama de actividades.
- ✓ A través de diagramas de movimientos se determina el movimiento de cuerpo, centrándose en brazos y manos.

El estudio de métodos se denomina también como estudio de movimientos y este posee las siguientes fases:

- ✓ Selección del trabajo a estudiar.
- ✓ Registro de datos del estudio seleccionado.

- ✓ Análisis objetivo del método actual para determinar los problemas existentes y posibles soluciones de mejora.
- ✓ Diseño de un nuevo método que permite la mejora.
- ✓ Implementación del nuevo método.
- ✓ Seguimiento al nuevo método [21].

Medición del trabajo

Consiste en la aplicación de diferentes técnicas para la determinación del tiempo que invierte un empleado capacitado para poder llevar a cabo una actividad definida según la estandarización interna preestablecida. La medición del trabajo trata de un método de investigación que por medio de una variedad de técnicas se determina la inversión en cuanto a tiempo refiere donde un trabajador lleva a cabo una determinada tarea, pero con el adicional de que se busca optimizar el tiempo de trabajo y hacerlo de manera efectiva.

Con el fin de que los costos, tiempos, incentivos puedan ser lo más efectivos posibles, es necesario estandarizar los procesos productivos, entonces se proponen cuatro maneras de estandarización de la mano de obra, como se detalla a continuación:

- ✓ Experiencia histórica.
- ✓ Estudio de tiempos.
- ✓ Estándares de tiempo predefinidos.
- ✓ Muestreo del trabajo [22].

En la tabla 1, se describe la escala de valoración del ritmo de trabajo [23].

Tabla 1: Escala de valoración del ritmo de trabajo [23]

Escala	Descripción
0	Actividad nula
50	Muy lento, movimientos torpes, inseguros, parece dormido, sin interés en el trabajo
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado o destajo, pero bien dirigido. Parece lento, pero no pierde tiempo
100	Activo, capaz, como de operario calificado medio, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado
125	Muy rápido el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimiento, muy por encima del anterior

Tabla 1: Escala de valoración del ritmo de trabajo (Continuación 1) [23]

Escala	Descripción
150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso, sin probabilidad de durar por varios periodos

Estudio de tiempos

Es una técnica de medición del trabajo que se utiliza para registrar el tiempo y el ritmo de trabajo correspondientes a los elementos que definen la tarea realizada en condiciones específicas, y luego analizar los datos según las reglas para comprender el tiempo requerido para realizar la tarea. A través de esta investigación, puede actualizar la información del plan de producción de la empresa, lo que puede mejorar el plan. Es importante conocer los puntos clave para realizar el control de calidad, así como la cantidad de cada trabajo y las actividades que se realizan en esta [24].

Pasos para el estudio de tiempos:

1. Preparación
 - ✓ Selección de la operación.
 - ✓ Selección del trabajador.
 - ✓ Actitud frente al trabajo.
 - ✓ Análisis de comprobación del método de trabajo.
2. Ejecución
 - ✓ Obtención y registro de la información.
 - ✓ Descomposición de la tarea en elementos.
 - ✓ Cronometrado.
 - ✓ Cálculo del tiempo Observado.
3. Valoración
 - ✓ Ritmo normal del trabajador promedio.
 - ✓ Técnicas de Valoración.
 - ✓ Cálculo del tiempo base.
4. Suplementos
 - ✓ Análisis de demoras.
 - ✓ Estudio de fatigas.
 - ✓ Cálculo de suplementos y su tolerancia.
5. Tiempo Estándar

- ✓ Error de tiempo estándar.
- ✓ Cálculo de frecuencia de los elementos.
- ✓ Determinación de tiempos de interferencia.
- ✓ Cálculo del tiempo estándar [25].

Criterio de la General Electric

Se establece el número de ciclos a cronometrar empleando el tiempo de ciclo en minutos, como se observa en la tabla 2:

Tabla 2. Criterio según la General Electric para la toma de tiempos [26]

Tabla de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
2,00 - 5,00	15
5,00 – 10,00	10
10,00 – 20,00	8
20,00 – 40,00	5
40,00 o más	3

Diagrama de proceso

El diagrama de proceso muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempo permitido y materiales desde las materias primas hasta el empaque terminado en el proceso de fabricación o comercial. Esta figura muestra la entrada de todos los componentes y subconjuntos en el ensamblaje principal. Proporciona información comercial y de fabricación detallada de un vistazo. Los objetivos del diagrama incluyen:

- ✓ Proporcionar una representación gráfica clara de los eventos inmersos en el proceso de producción.
- ✓ Permiten estudiar las diferentes etapas del proceso de manera sistemática, con la opción de realizar mejoras en la disposición del sitio y manejo de materiales para reducir demoras, comparar métodos y estudiar operaciones para eliminar tiempos muertos.

- ✓ Brinda la posibilidad de analizar operaciones e inspecciones relacionadas durante el proceso productivo a estudiar [27].

Diagrama de flujo de proceso

Muestra el flujo entre operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenamiento necesarios para el desenvolvimiento del proceso [28]. En la tabla 3 se detalla los símbolos del diagrama.

Tabla 3. Símbolos de Diagrama de Flujo de Proceso [24]

Actividad	Símbolo	Descripción
Operación		Muestra las principales fases del proceso o procedimiento
Inspección		Chequeo de la calidad y/o cantidad
Transporte		Movimiento o cambio de posición de recursos
Espera		Demora en entre operaciones
Almacenamiento		Depósito de un producto u objeto bajo vigilancia en una bodega
Operaciones combinadas		Varias actividades son realizadas en el mismo tiempo por el mismo operario

Cursograma Analítico

A través del proceso de análisis o diagrama de análisis, damos un paso más y se muestra el proceso de personas, materiales o equipos a través de los seis símbolos mostrados en el diagrama de flujo de procesos. Entonces se observa que un diagrama de curso de análisis puede basarse en tres opciones:

- ✓ Hoja de ruta del operador: para registrar todo lo que hicieron los trabajadores
- ✓ La hoja de ruta del material: registra todas las operaciones realizadas en el material.
- ✓ Mapa del curso del equipo: registrar todo el trabajo realizado desde la perspectiva del equipo (cómo utilizar el equipo).

Esta es la razón por la cual ciertos formatos tienen las opciones de “operario/material/equipo” para quien realice el registro, tache los dos en los que no se estén trabajando. Además, es importante tomar en cuenta los encabezados que deben

tener los cursogramas a elaborar, por eso es necesario comprender el tipo de cursograma a analizar [29].

Una vez determinado el tiempo de cada actividad se emplea la ecuación 2 para determinar la productividad del proceso dividiendo el tiempo de operación para el tiempo total (operación, inspección, esperas, transporte y almacén) [30].

$$Productividad = \frac{Tiempo\ de\ operación}{Tiempo\ total\ (operación,\ inspección,\ esperas,\ transporte\ y\ almacén)} \quad (2)$$

VA (Value Adding) son las actividades que implican la transformación de las materias primas como plástico, litio, cobre para así obtener un producto terminado. Este producto transformado es el que se comercia y por el cual los clientes están dispuestos a pagar. Por ejemplificar estas actividades en el área productiva están: modelo, corte, taladrado, montaje de piezas, entre otros [31].

Por otra parte, NVA (Non-Value Adding) corresponden a las actividades que generan pérdidas, desperdicios o muda. Las siete pérdidas clásicas son:

- ✓ Transportes innecesarios entre procesos.
- ✓ Movimientos innecesarios dentro de los procesos.
- ✓ Máquinas o personas esperando.
- ✓ Sobreproducción.
- ✓ Falta de control en inventarios.
- ✓ Correcciones ante defectos.
- ✓ Sobreprocesamiento [32].

Otras actividades que no agregan valor son la falta de exigencia, es decir la falta de potenciación de las capacidades de las personas. Por tanto, también existe la falta de capacitación.

Finalmente, están las actividades NVAN (Non-Value Adding but Necessary) que poseen un dudoso valor añadido. Son todas esas actividades que no generan valor (el cliente no las pagaría), sin embargo, son necesarias para hacer llegar el valor al cliente. Es algo lógico el poner esfuerzos para poder reducir estas actividades que no agregan valor, pero son necesarias [33].

Distribución de planta

El diseño de la fábrica incluye la clasificación y disposición física de los elementos industriales. Este arreglo afecta el movimiento, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las demás actividades o servicios de materiales, incluido el equipo de trabajo y las características de producción. La tarea de diseñar un plano de planta cubre una amplia gama de áreas, desde un solo lugar de trabajo hasta la gestión completa de varios acres de derechos de propiedad industrial. Sin embargo, debe planificarse para una distribución eficaz en todos los casos. Por tanto, los principales objetivos del análisis de distribución se centran en la economía espacial y la reducción de rutas en el circuito. En este sentido, los errores más habituales que encontramos en muchas plantas industriales se concentran en las zonas donde el espacio disponible no se aprovecha de forma más razonable y los circuitos que suelen ser demasiado complejos.

Las principales ventajas del diseño de distribución de la fábrica son aumentar la producción, reducir los retrasos en la producción, ahorrar espacio en el piso, reducir el manejo de materiales, utilizar más maquinaria, mano de obra y servicios, y reducir los materiales en el procesamiento. Acorta el tiempo de fabricación, reduce la congestión y la confusión, reduce los riesgos de material o calidad, facilita la adaptación a las condiciones cambiantes y es mejor y más fácil controlar los costes.

La secuencia de procesos y sus actividades en la planta de producción sigue básicamente dos patrones:

- ✓ Disposición orientada al proceso en esta disposición, los trabajos se agrupan por función, es decir, por tipo de ejecución del trabajo, pero no tiene nada que ver con la entrega de los productos en cada proceso al producto que encuentra el trabajo correspondiente.
- ✓ Diseño orientado al producto, organizar el trabajo de acuerdo con la secuencia de operación de los productos a obtener [34].

Diagrama de recorrido de materiales

Aunque el diagrama de flujo nos proporciona mucha información relacionada con el proceso de fabricación, no muestra claramente el flujo del proceso. En la hoja de ruta, registraremos en orden las operaciones, inspecciones, transporte, retrasos y almacenamiento. La ruta móvil está representada por líneas, y cada actividad está marcada con un símbolo correspondiente y se coloca en el gráfico, y las operaciones e inspecciones se enumeran de acuerdo con el diagrama de flujo.

El diagrama de recorrido puede ser de dos tipos:

- ✓ Tipo hombre: se analizan los movimientos y actividades que el trabajador realiza en cada operación.
- ✓ Tipo material: se estudian los movimientos de más de un material o de una persona que interviene dentro del proceso productivo, donde cada elemento se identifica a través de líneas de diferente color o diferente trazo.

Si desea visualizar o analizar más de un material o el movimiento de las personas involucradas en el proceso, puede utilizar diferentes líneas de colores o diferentes pinceladas para identificar cada material [35].

Factor de desempeño

Al estudiar los tiempos y tomarlos, una vez hecho, es necesario determinar el factor de desempeño total mediante álgebra y sumar 1, que representa el desempeño ideal. Por lo general, el coeficiente de desempeño se calcula mediante el sistema Westinghouse, donde el coeficiente es equivalente a la suma de las estimaciones porcentuales de cuatro parámetros relacionados con la forma en que los operadores realizan su trabajo, incluidas sus habilidades, esfuerzos, condiciones y consistencia, como se observa en las tablas 4, 5, 6 y 7, respectivamente [28].

Tabla 4. Sistema Westinghouse para la calificación de habilidades [28].

HABILIDADES		
+0,15	A1	Superior
+0,13	A2	Superior
+0,11	B1	Excelente
+0,08	B2	Excelente
+0,06	C1	Buena
+0,03	C2	Buena
0,00	D	Promedio
-0,05	E1	Aceptable
-0,10	E2	Aceptable
-0,16	F1	Malo
-0,22	F2	Malo

Tabla 5. Sistema Westinghouse para la calificación del esfuerzo [28].

ESFUERZO		
+0,13	A1	Excesivo
+0,12	A2	Excesivo
+0,10	B1	Excelente
+0,08	B2	Excelente
+0,05	C1	Bueno
+0,02	C2	Bueno
0,00	D	Promedio
-0,04	E1	Aceptable
-0,08	E2	Aceptable
-0,12	F1	Malo
-0,17	F2	Malo

Tabla 6. Sistema Westinghouse para la calificación de las condiciones [28].

CONDICIONES		
+0,06	A	Perfecta
+0,04	B	Excelente
+0,02	C	Bueno
0,00	D	Promedio
-0,03	E	Aceptable
-0,07	F	Malo

Tabla 7. Sistema Westinghouse para la calificación de la consistencia [28].

CONSISTENCIA		
+0,04	A	Perfecta
+0,03	B	Excelente
+0,01	C	Buena
0,00	D	Promedio
-0,02	E	Aceptable
-0,04	F	Mala

Suplementos y tolerancias

Los complementos corresponden al tiempo otorgado a los trabajadores o trabajadoras para poder compensar retrasos y factores accidentales que suelen ocurrir en el desarrollo de tareas específicas. Define tres suplementos que se pueden otorgar dentro del estudio de tiempos, los cuales son:

- ✓ Suplementos por retraso personal.
- ✓ Suplementos por retrasos por fatigas.
- ✓ Suplementos por retrasos especiales que incluyen: demoras debidas a elementos contingentes poco frecuentes; demoras en la actividad del trabajador provocadas por supervisión; demoras causadas por elementos extraños inevitables [36].

En las tablas 8 y 9, se detalla los suplementos variables y constantes de la OIT en % del Tiempo Normal [37].

Tabla 8. Suplementos constantes de la OIT en % del Tiempo Normal [37].

1. Suplementos constantes	H	M
A. Suplementos por necesidades personales	5	7
B. Suplemento base por fatiga	4	4

Tabla 9. Suplementos variables de la OIT en % del Tiempo Normal [37].

2. Suplementos variables	H	M
A. Por trabajar de pie	2	4
B. Por postura anormal		
Ligeramente incómodo	0	1
Inclinado	2	3
Echado, estirado	7	7
C. Uso de la fuerza o la energía muscular. Para levantar en kg.		
2,5	0	1
5,0	1	2
7,5	2	3
10,0	3	5
12,5	4	6
15,0	5	8
17,5	7	10
20,0	9	13
22,5	11	

Tabla 9. Suplementos variables de la OIT en % del Tiempo Normal (Continuación 1) [37].

2. Suplementos variables	H	M
C. Uso de la fuerza o la energía muscular		
25,0	13	16
30,0	17	20
35,5	22	
D. Mala iluminación		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0
	2	2
Bastante por debajo	5	5
Absolutamente insuficiente		
E. Condiciones atmosféricas (Calor y humedad (milicalorías/cm²/s))		
	0	0
16	0	0
14	0	0
12	3	3
10	10	10
8	21	21
6	31	31
5	45	45
4	64	64
3	100	100
2		
F. Concentración intensa		
Trabajo de cierta precisión	0	0
Fatigosos	2	2
Muy fatigosos	5	5
G. Ruidos		
Continuo	0	0
Intermitente y fuerte	2	2
Intermitente y muy fuerte	5	5
Estridente y fuerte		
H. Tensión mental		
Proceso bastante complejo	1	1
Proceso complejo	4	4
Muy complejo	8	8
I. Monotonía		
Trabajo algo monótono	0	0
Trabajo bastante monótono	1	1
Trabajo muy monótono	4	4
J. Tedio		
Trabajo algo aburrido	0	0
Trabajo aburrido	2	1
Trabajo muy aburrido	5	2

Tiempo observado

El tiempo observado (TO) corresponde a los datos tomados a partir de la toma de tiempos por medio del cronómetro. Esta toma de tiempos se realiza para las tareas a realizar dentro del proceso a analizar. Es importante tomar en cuenta que cada tiempo registrado hace referencia a un elemento, por tanto, para finalizar esta actividad cronometrada, se debe tomar en cuenta el proceso completo y se agrupan todos los ciclos de la tarea definida [38].

Tiempo promedio

El tiempo promedio (TP) es la media aritmética de los datos cronometrados, es decir, de los tiempos observados por cada proceso y por cada uno de los ciclos tomados. Por tanto, el tiempo promedio es el tiempo total de una actividad en específico, dividido entre el número de tomas [39].

Tiempo estándar

Tiempo necesario para que un trabajador calificado, ejecute una tarea establecida bajo ciertas condiciones de ritmo, fatigas y demoras normales inherentes a la actividad [40]. A través del muestreo de trabajo, se pueden establecer estándares de tiempo en operaciones manuales directas e indirectas. El tiempo normal (TN) se lo determina multiplicando el TP por la valorización (V) dividido para 100 [41].

$$TN = TP * V/100 \quad (3)$$

Por otra parte, el tiempo estándar (TS) se lo determina multiplicando TN para la suma de suplementos (S).

$$TS = TN * (1 + S) \quad (4)$$

Cuellos de botella

El cuello de botella en el proceso de producción es una etapa de la cadena de producción cuya velocidad de ejecución es más lenta que otras etapas. Sin embargo, el cuello de botella ralentizará todo el proceso de producción o aumentará los costos de producción, lo que hará que el proceso de producción sea ineficiente. Además de la pérdida de eficiencia de producción, los cuellos de botella también pueden conducir a una disminución de los beneficios de la empresa. Esto se debe a que el proceso de

producción lleva más tiempo, lo que aumenta los costos y, en el peor de los casos, perjudica la satisfacción del cliente. Dentro de los factores que pueden generar cuellos de botella son:

- ✓ Equipo o material insuficiente o inadecuado.
- ✓ Personal que no posee las competencias laborales necesarias.
- ✓ Falta de espacio para almacenar o embodegar productos.
- ✓ Falta de interés de los directivos y responsables de la producción [42].

Simulación en FlexSim

FLEXSIM es un Software de modelado y análisis de simulación 3D y que explica de manera gráfica la mejora cualquier sistema o proceso por medio de predicciones precisas a través de los datos existentes de la organización. Por medio de la construcción de un modelo dinámico a computador se realizan las pruebas de escenarios y así determinar las mejoras existentes por la aplicación de algoritmos para el aumento de la productividad. Además, FlexSim considera el tiempo, espacio, variabilidad y relaciones complejas dentro del sistema. Finalmente, el entorno 3D y las imágenes permiten observar realmente lo que sucede dentro de la planta, siendo un segundo nivel crítico de validación [43]. Dentro de los módulos existentes para poder realizar las simulaciones están:

- ✓ “Flowitems” que corresponden a los ítems del flujo de trabajo, o, mejor dicho, los objetos que se trasladan a través del modelo.
- ✓ “Source” viene siendo la fuente o entrada de los objetos del flujo a través del modelo.
- ✓ “Sink” es la salida de los “flowitems”.
- ✓ “Queue” viene siendo la cola de almacenamiento de los “flowitems”.
- ✓ “Processor” simula el procedimiento de los “flowitems”.
- ✓ “Operator” son los operadores o personas que realizan las tareas manuales.
- ✓ “Combiner” se emplea para agrupar varios “flowitems” en uno solo para viajar a través del flujo del modelo.
- ✓ “Separator” se usa para separar un “flowitem” en diferentes partes [44].

Principios de la teoría de restricciones

La teoría de restricciones tiene el enfoque hacia el sistema y sus respectivos recursos y su uso para poder optimizarlos mediante ciertos conceptos y principios relacionados con la administración de restricciones, tomando en cuenta las tres medidas para determinar si se logra el objetivo respectivo, siendo analizados el rendimiento, inversión y el gasto. Los tres principios son:

- ✓ Cualquier solución planteada debe enfocarse en las restricciones identificadas dentro del sistema.
- ✓ Las acciones por tomar para la mejora de un proceso deben enfocarse en ayudar al sistema a cumplir sus objetivos.
- ✓ El proceso de toma de decisiones debe sujetarse al respeto a las personas dado el éxito de implementación del cambio depende de este valioso recurso [45].

El modelo más acogido y que por investigaciones han demostrado ser efectivo es el de tambor-amortiguador-cuerda (DBR). Esto se maneja por medio de los cuatro pasos de enfoque detrás de la teoría de restricciones que son:

- ✓ Cada sistema tiene un propósito, una meta y varias condiciones necesarias para lograrlo.
- ✓ El sistema es más que la suma de sus partes.
- ✓ El sistema está limitado por una pequeña cantidad de variables.
- ✓ Contienen causalidad válida [46].

Las restricciones pueden ser:

- ✓ Restricciones físicas: Limitaciones impuestas por máquinas, materiales, proveedores o por cualquier otro factor tangible.
- ✓ Restricciones de mercado: Impuestas por condiciones externas a la compañía, como la demanda de productos o servicios.
- ✓ Restricciones públicas: Se refiere a prácticas, procedimientos, estímulos o formas de operación [47].

Las prioridades dentro del paradigma de TOC son:

- ✓ Incrementar la utilidad.
- ✓ Reducción de inventario.

- ✓ Reducción de costos [48].

Principios básicos de la TOC

- a) Balancear el flujo: Adaptar el flujo de trabajo acorde a los cuellos de botella.
- b) Utilización y activación de un recurso: Los recursos que no forman parte del cuello de botella deben ser utilizados en volumen superior al requerido.
- c) Nivel de restricción de los recursos no restrictivos: Para el manejo de restricciones, la capacidad básica son los recursos internos limitados y la demanda del mercado.
- d) Tiempo en un recurso restrictivo: Cualquier tiempo perdido en un cuello de botella tiene un gran impacto dentro del lead time de la empresa, retrasando las entregas.
- e) Sincronía de recursos no restrictivos: Deben adaptarse y trabajar en conjunto con los cuellos de botella para evitar acumulación de inventarios.
- f) Cuellos de botella: Es donde se produce un desequilibrio en la producción y hacen que se acumule el inventario.
- g) Lote de proceso variable: Se trabaja con lotes variables entre las operaciones de producción.
- h) Análisis simultáneo de las restricciones: Las restricciones pueden darse en el mercado proveedor, mercado comprador y en el proceso productivo interno.
- i) Objetivos de la teoría de restricciones: Capacitación de los involucrados para entender la distribución y cadena de suministros [49].

Fundamentos del DBR: Algoritmo de Goldratt

- ✓ Determinar el cuello de botella.
- ✓ Determinar cómo aprovechar el cuello de botella.
- ✓ Haga que todo el contenido esté sujeto a la última decisión.
- ✓ Elevar el cuello de botella.
- ✓ Una vez eliminado el cuello de botella, empezar de nuevo el proceso [50].

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar la Teoría de Restricciones para el mejoramiento de la capacidad en el área de producción de la empresa Edy Sánchez Sport.

1.3.2 Objetivo específico

- Identificar los problemas operacionales en el área de producción de la empresa.
- Realizar un estudio de tiempos y movimientos del proceso productivo de la empresa.
- Plantear una alternativa por medio del algoritmo DBR para el mejoramiento de la producción y la operación de la empresa.

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1 Materiales

En la tabla 10 se detallan los materiales y software utilizados para la realización de la presente investigación.

Tabla 10. Materiales

Figura	Nombre	Descripción
MATERIALES		
	Computadora	Usada para realizar el informe final del proyecto de titulación, además de la investigación en sitios-web.
	Celular	Dispositivo para grabar los procesos, tomar fotos y realizar anotaciones.
SOFTWARE		
	Microsoft WORD	Facilita la redacción del informe final con la información obtenida.
	Microsoft EXCEL	Utilizado para realizar tablas y análisis de los datos adquiridos en la investigación.
	AutoCAD	Empleado para el diseño del layout de la empresa con su respectivo recorrido.
	FlexSim	Permite simular el proceso actual y proceso propuesto del producto de estudio.
	Bizagi Modeler	Usado para diseñar el diagrama de flujo del proceso productivo.

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de Investigación

Investigación aplicada

En cuanto a la modalidad, la investigación fue de tipo aplicada y buscó la generación de conocimiento pues el objetivo principal corresponde a la mejora del flujo de producción mediante la Teoría de las Restricciones en la empresa "Edy Sánchez Sport". Por medio de la TOC se pretendió optimizar el flujo de producción, controlar los inventarios de materia prima y aprovechar mejor los recursos existentes en esta empresa. De igual forma, para apoyar la investigación se utilizó bibliografía relevante e investigación de campo para proporcionar los principios y algoritmos para la aplicación de la TOC.

Investigación bibliográfica documental

Es fundamental sustentar la aplicación de los conocimientos con la parte teórica relacionada con la Teoría de las Restricciones y los factores a tener en cuenta. Por ello, se utilizaron fuentes bibliográficas confiables, tales como: artículos científicos, tesis, libros y páginas web oficiales que sustentan el tema de investigación, siendo que estas fuentes tienen hasta 5 años de antigüedad para el desarrollo del proyecto.

Investigación de campo

En esta fase de la investigación se solicitó la observación y recopilación de información por parte del investigador. Los datos fueron verificados y proporcionados por la empresa "Edy Sánchez Sport". Estos datos y su análisis permitieron determinar las condiciones iniciales en las que se encontraban los recursos a estudiar e identificar las principales restricciones.

Metodología algoritmo DBR derivado de TOC

En primer lugar, fue necesario determinar el cuello de botella que limitará todo el flujo del proceso de producción dentro de la empresa Edy Sánchez Sport. Una vez definido, se estableció la estrategia respectiva para aprovechar el cuello de botella en términos de productividad. Luego, se dirigió todo el flujo de trabajo de acuerdo al cuello de botella, levantando este cuello de botella y una vez eliminado el cuello de botella actual, iniciar nuevamente el proceso para encontrar un nuevo cuello de botella.

2.2.2 Población y muestra

Edy Sánchez Sport cuenta con 4 trabajadores en total, de los cuales muy pocos ponen énfasis en la correcta planificación de producción y en cuanto a materia prima se refiere, resulta complicado que proporcionen información más detallada. Por esta razón, la decisión se centró en los principales responsables de las áreas de producción, según disponga la empresa. A continuación, en la tabla 11, se detalla los trabajadores del departamento de producción.

Tabla 11. Nómina de los trabajadores del departamento de producción de Edy Sánchez Sport.

Área	Cargo	Número de trabajadores
Corte	Operador	1
Confección	Operador	2
Bodega	Encargado de bodega	1
Despacho		
Total		4

2.2.3 Recolección de información

La información recopilada en el trabajo investigativo fue por medio de:

- **Observación directa**

Se lo realizó por medio de visitas a Edy Sánchez Sport para poder confirmar las condiciones existentes en las áreas productivas y el manejo de inventarios. Así también se pudo contextualizar de mejor manera para poder proponer soluciones que se adapten a la realidad de la empresa y que no sea algo muy generalizado.

- **Entrevista**

La empresa Edy Sánchez Sport facilitó la información por medio de entrevistas con los responsables de manejar los datos y encargados del manejo de las áreas de producción. La entrevista se dio con preguntas que permita recopilar datos relevantes sobre el flujo productivo y los principales problemas que se han dado con la elaboración de productos y la entrega hasta el cliente final (cadena de suministro).

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

Todos los datos tomados fueron pasados a la herramienta Microsoft Excel para tener un respaldo de la información y poder manejarla de manera más tecnificada. Esta herramienta permitió codificar, tabular, representar y realizar análisis estadísticos

conforme a los datos tomados, logrando que la investigación se acerque lo mayor posible a la realidad en la empresa.

CAPÍTULO III

RESULTADO Y DISCUSIÓN

3.1 Datos de la empresa

En la tabla 12, se detalla los datos de la empresa Edy Sánchez Sport.

Tabla 12. Datos de la empresa Edy Sánchez Sport.

RUC	1804148672
Razón Social	Edy Sánchez Sport
Ciudad	Ambato
Ubicación	Juan León Mera 2-20 y Cuenca
Teléfono	(032) 821 179
Página de Facebook	Edy Sport – Editex https://www.facebook.com/EdySportEditex

3.1.1 Visión

Llegar a ser una empresa reconocida a nivel nacional e internacional por la elaboración de productos con altos estándares de calidad para que nuestros clientes se sientan satisfechos, y llevando a cabo procesos de innovación a través de avances tecnológicos y la incorporación de maquinaria de punta.

3.1.2 Misión

Elaborar productos de vestir con altos estándares de calidad otorgando a los clientes confort, seguridad y estilo, usando materias primas ideales para la confección de nuestras prendas de vestir logrando así la identificación de nuestros clientes.

3.2 Identificación de productos

La empresa Edy Sánchez Sport tiene una amplia gama de productos a la venta, dentro de las instalaciones se elabora la línea deportiva, confeccionada con materia prima de calidad, la cual consta de los siguientes productos: chompa, pantalón, camisetas, pantalonetas y chompas de frío. En la tabla 13, se enlista las unidades educativas y se especifica el tipo de producto significativo que elabora la empresa.

Tabla 13. Línea deportiva de la empresa Edy Sánchez Sport.

N	Unidad Educativa	Tipo de producto			
1	Bolívar	Chompa	Pantalón	Camiseta	
2	La Inmaculada	Chompa	Pantalón		
3	Juan Bautista Palacios		Pantalón		
4	Juan León Mera La Salle	Chompa	Pantalón	Camiseta	Chompa de frío

Tabla 13. Línea deportiva de la empresa Edy Sánchez Sport (Continuación 1).

N	Unidad Educativa	Tipo de producto			
		Chompa	Pantalón		
5	Liceo Cevallos	Chompa	Pantalón		
6	San Pio X	Chompa	Pantalón		
7	Rumiñahui	Chompa	Pantalón	Camiseta	
8	Santo Domingo de Guzmán	Chompa	Pantalón		

3.2.1 Código de productos que maneja la empresa

La empresa realiza una combinación de números y letras para identificar sus productos, los números van de acuerdo a la talla del producto que puede ser, desde la talla 28 a la 42, y las letras especifican el tipo de producto e institución. Y se asigna de la siguiente manera:

Código Unidad Educativa _ Código tipo de producto _ Número de talla

En la tabla 14, se muestra el código para cada unidad educativa asignado por la empresa.

Tabla 14. Códigos de las diferentes unidades educativas

Unidad Educativa	Código
Bolívar	BL
La Inmaculada	IM
Juan Bautista Palacios	JBP
Juan León Mera La Salle	JLM
Liceo Cevallos	LC
San Pio X	PIO
Rumiñahui	RÑ
Santo Domingo de Guzmán	SDG

En la tabla 15, se muestra el código para el tipo de producto asignado por la empresa.

Tabla 15. Códigos de los tipos de productos de la línea deportiva

Tipo de producto	Código
Chompa	CH
Pantalón	PL
Camiseta	C
Chompa de frío	CF

Para agrupar de mejor manera los productos que tienen el mismo precio unitario y dimensiones (talla) se ha trabajado en base a “familia de producto”, su agrupación se detalla en el anexo 1 y su codificación se designa de la siguiente forma:

F número _ Código tipo de producto _ Número de talla

3.3 Histórico de ventas

La tabla 16, indica los datos históricos de ventas del año 2018 y 2019, el precio unitario de cada producto y el promedio de ventas anuales.

Tabla 16. Datos históricos de la línea deportiva de la empresa Edy Sánchez Sport del año 2018 y 2019

N	Código	Ventas 2018 (Unidades)	Ventas 2019 (Unidades)	Promedio Anual (Unidades)	Precio Unitario (\$)
1	F5_CH_36	82	84	84	15,00
2	F7_CH_38	79	77	78	15,00
3	F8_CH_40	50	53	52	15,00
4	JLM_CF_36	23	39	31	15,00
5	JLM_CF_38	25	47	36	15,00
6	F16_PL_38	64	77	71	14,00
7	JLM_CF_34	28	48	38	14,00
8	JLM_CH_36	42	46	44	14,00
9	JLM_CH_38	38	40	39	14,00
10	JLM_CH_40	21	31	26	14,00
11	JLM_PL_36	44	48	46	14,00
12	JLM_PL_40	23	33	28	14,00
13	PIO_CH_36	25	26	26	14,00
14	PIO_CH_38	22	33	28	14,00
15	PIO_PL_36	27	28	28	14,00
16	JLM_CF_32	18	36	27	13,00
17	JLM_CH_34	43	46	45	13,00
18	PIO_CH_34	30	26	28	13,00
19	F11_PL_34	77	76	77	12,00
20	F13_PL_36	86	88	87	12,00
21	F15_PL_38	83	81	82	12,00
22	F17_PL_40	54	57	56	12,00
23	F4_CH_36	82	91	87	12,00
24	F6_CH_38	75	84	80	12,00
25	JLM_CH_32	35	38	37	12,00
26	PIO_CH_32	27	23	25	12,00
27	SDG_CH_34	50	50	50	12,00
28	F9_PL_32	66	65	66	11,00
29	BL_CH_34	27	31	29	10,00
30	F12_PL_36	88	97	93	10,00
31	F14_PL_38	81	90	86	10,00
32	PIO_PL_30	25	23	24	10,00
33	SDG_PL_34	52	52	52	10,00
34	F10_PL_34	48	62	55	9,00

Tabla 16. Datos históricos de la línea deportiva de la empresa Edy Sánchez Sport del año 2018 y 2019

(continuación 1)

N	Código	Ventas 2018 (Unidades)	Ventas 2019 (Unidades)	Promedio Anual (Unidades)	Precio Unitario (\$)
35	F2_C_36	82	104	93	8,00
36	F3_C_38	87	106	97	8,00
37	JLM_C_40	22	28	25	8,00
38	F1_C_34	51	68	60	7,00
39	JLM_C_32	25	39	32	6,00

Se puede observar que la demanda de los productos en el año 2019 varía con respecto al año 2018 y cada producto contribuye de diferente manera en los ingresos de la empresa, en el año 2018 la venta de estos productos generó \$ 22 495,00 y en el 2019 generó \$ 25 517,00, produciendo un aumento en ventas del 13,43 %.

3.4 Análisis ABC

En el análisis ABC se realiza mediante el software Excel, considerando la ecuación 5 para calcular la valorización de cada producto se utilizó los datos del costo unitario y el promedio anual de las demandas del año 2018 y 2019 detallados en la tabla 16. Y la ecuación 6 para determina el porcentaje de consumo [13].

$$\text{\$ Valorización} = \text{precio unitario} * \text{promedio anual} \quad (5)$$

$$\% \text{ de consumo} = \frac{\text{Valorización} * 100\%}{\sum \text{Valorización}} \quad (6)$$

Una vez generado el porcentaje de consumo de cada producto se ordena de mayor a menor para calcular el porcentaje de consumo acumulado por medio de la ecuación 7 para establecer la zona que pertenece cada producto como se muestra en la tabla 17 considerando: promedio anual en unidades (PA), precio unitario en dólares (PU), valoración en dólares (VI), porcentaje de consumo (% C) y porcentaje de consumo acumulado (% CA) [13].

$$\% \text{consumo acumulada} = \% \text{consumo acumulado}_{i-1} + \% \text{consumo acumulado}_i \quad (7)$$

Tabla 17. Valorización, porcentaje de consumo y porcentaje de consumo acumulado de la línea deportiva de la empresa Edy Sánchez Sport.

N	Código	PA (unidades)	PU (\$)	VI (\$)	% C	% CA	Zona
1	F5_CH_36	84	15,00	1260,00	5,22	5,22	A

Tabla 17. Valorización, porcentaje de consumo y porcentaje de consumo acumulado de la línea deportiva de la empresa Edy Sánchez Sport (Continuación 1).

N	Código	PA (unidades)	PU (\$)	VI (\$)	% C	% CA	Zona
2	F7_CH_38	78	15,00	1170,00	4,85	10,08	A
3	F13_PL_36	87	12,00	1044,00	4,33	14,41	
4	F4_CH_36	87	12,00	1044,00	4,33	18,73	
5	F16_PL_38	71	14,00	994,00	4,12	22,86	
6	F15_PL_38	82	12,00	984,00	4,08	26,94	
7	F6_CH_38	80	12,00	960,00	3,98	30,92	
8	F12_PL_36	93	10,00	930,00	3,86	34,77	
9	F11_PL_34	77	12,00	924,00	3,83	38,61	
10	F14_PL_38	86	10,00	860,00	3,57	42,17	
11	F8_CH_40	52	15,00	780,00	3,23	45,41	
12	F3_C_38	97	8,00	776,00	3,22	48,62	
13	F2_C_36	93	8,00	744,00	3,09	51,71	
14	F9_PL_32	66	11,00	726,00	3,01	54,72	
15	F17_PL_40	56	12,00	672,00	2,79	57,51	
16	JLM_PL_36	46	14,00	644,00	2,67	60,18	
17	JLM_CH_36	44	14,00	616,00	2,55	62,73	
18	SDG_CH_34	50	12,00	600,00	2,49	65,22	
19	JLM_CH_34	45	13,00	585,00	2,43	67,64	
20	JLM_CH_38	39	14,00	546,00	2,26	69,91	
21	JLM_CF_38	36	15,00	540,00	2,24	72,15	
22	JLM_CF_34	38	14,00	532,00	2,21	74,35	
23	SDG_PL_34	52	10,00	520,00	2,16	76,51	
24	F10_PL_34	55	9,00	495,00	2,05	78,56	
25	JLM_CF_36	31	15,00	465,00	1,93	80,49	
26	JLM_CH_32	37	12,00	444,00	1,84	82,33	
27	F1_C_34	60	7,00	420,00	1,74	84,07	
28	JLM_PL_40	28	14,00	392,00	1,63	85,70	
29	PIO_CH_38	28	14,00	392,00	1,63	87,32	
30	PIO_PL_36	28	14,00	392,00	1,63	88,95	
31	JLM_CH_40	26	14,00	364,00	1,51	90,46	
32	PIO_CH_36	26	14,00	364,00	1,51	91,97	
33	PIO_CH_34	28	13,00	364,00	1,51	93,48	
34	JLM_CF_32	27	13,00	351,00	1,46	94,93	
35	PIO_CH_32	25	12,00	300,00	1,24	96,18	C
36	BL_CH_34	29	10,00	290,00	1,20	97,38	
37	PIO_PL_30	24	10,00	240,00	1,00	98,37	
38	JLM_C_40	25	8,00	200,00	0,83	99,20	
39	JLM_C_32	32	6,00	192,00	0,80	100	

Una vez realizado el análisis ABC la figura 2, permite visualizar de mejor manera los productos que generan mayores ganancias a la empresa, por medio del porcentaje de consumo y las zonas que pertenece cada producto.

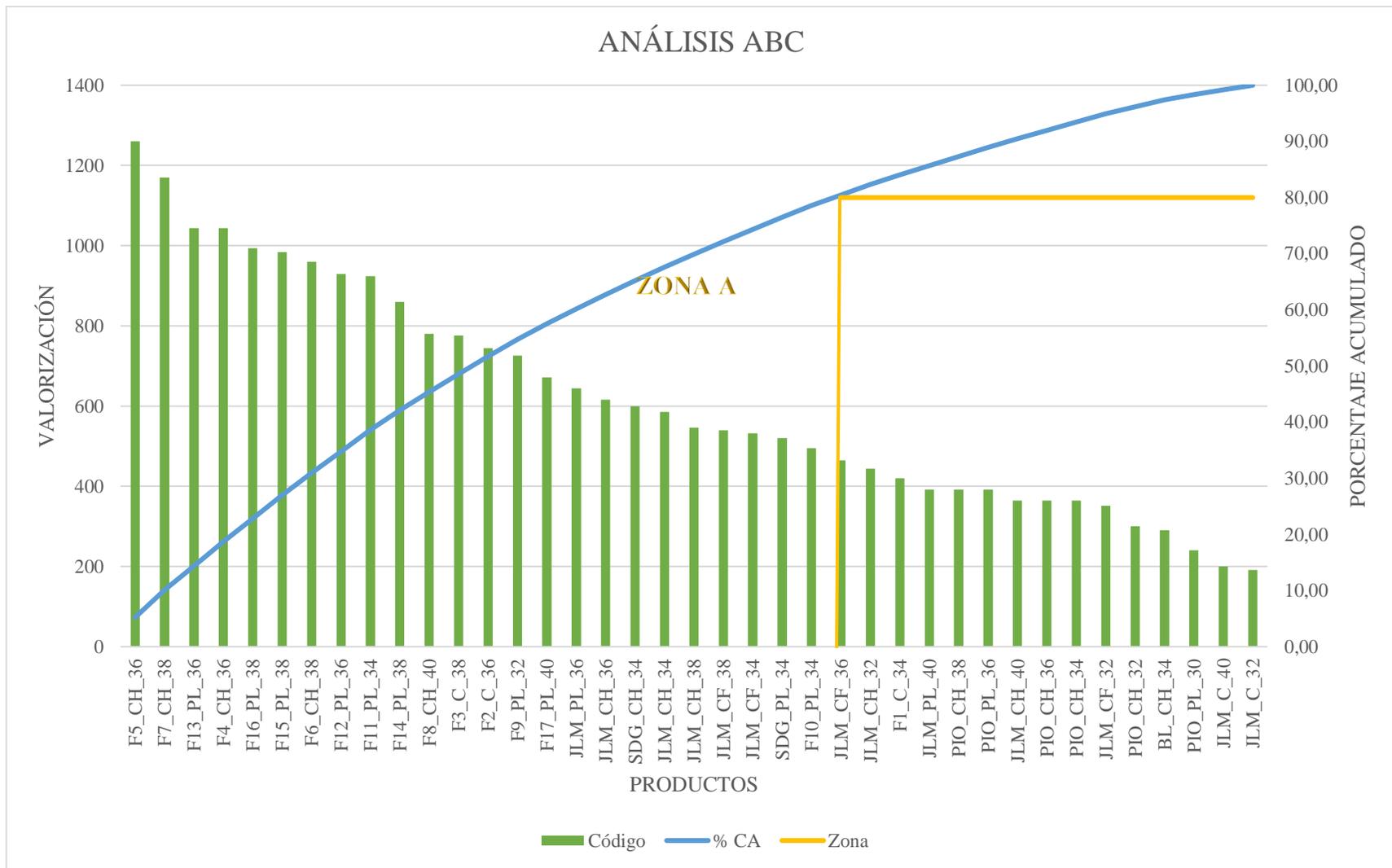


Figura 2. Análisis ABC de la línea deportiva de la empresa Edy Sánchez Sport

La tabla 18, indica un resumen de la cantidad de productos y el porcentaje que representa cada zona, siendo de gran importancia los productos que pertenecen a la zona A debido a que generan mayor impacto económico a la empresa.

Tabla 18. Resumen del Análisis ABC de la línea deportiva de la empresa Edy Sánchez Sport.

	ZONA	N ELEMENTOS	% CONSUMO	% CONSUMO ACUMULADO
0-80%	A	24	78,56	78,56
80-95%	B	10	16,37	94,93
95-100%	C	5	5,17	100
TOTAL		39	100	

3.4.1 Selección producto de mayor demanda

Para determinar el producto que genere un mayor impacto en la empresa, se consideran aquellos que se encuentran dentro de la zona A del análisis ABC, esto debido a que representan el 80% del consumo anual, obteniendo como resultado el código F5_CH_36, mismo que contiene a los productos con los códigos SDG_CH_36 y IM_CH_36, con una valorización de \$ 1 260,00 y un porcentaje de consumo del 5,22 %. El código SDG_CH_36 será objeto de estudio debido a que tiene una valorización de \$ 795,00 y un porcentaje de consumo del 3.29% dentro de la F5. En la figura 3, se observa el diseño de la prenda y en las figuras 4, 5, 6 y 7, se observan los moldes que se utilizan para el corte de las piezas de la misma.



Figura 3. Diseño de la chompa de la Unidad Educativa Santo domingo de Guzmán talla 36.

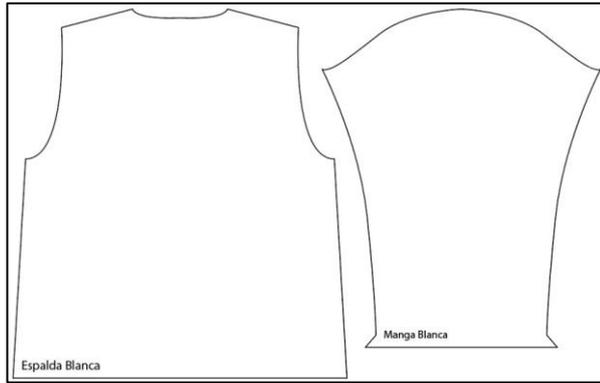


Figura 4. Molde de espalda y manga de la prenda con código SDG_CH_36.

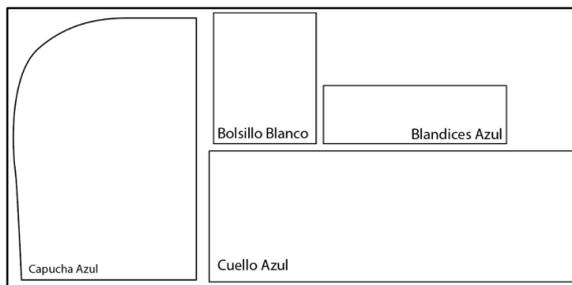


Figura 5. Molde de la capucha, bolsillo, blandices y cuello de la prenda con código SDG_CH_36.

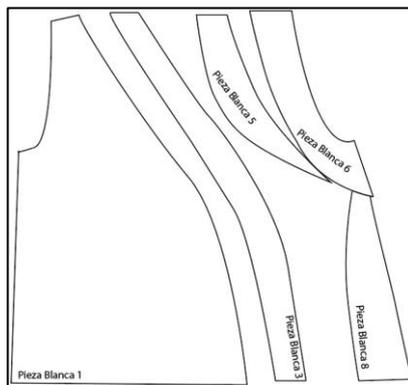


Figura 6. Molde de las piezas blancas 1, 3, 5, 6 y 8 de la prenda con código SDG_CH_36.

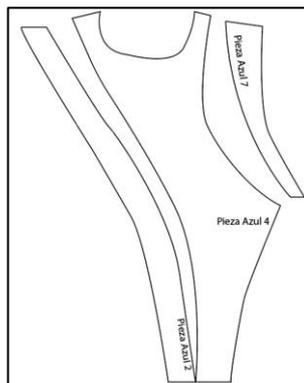


Figura 7. Molde de las piezas azules 2, 4 y 7 de la prenda con código SDG_CH_36.

3.5 Descripción de maquinaria y herramientas

En la tabla 19, se detalla las máquinas y herramientas utilizadas en el proceso de confección.

Tabla 19. Descripción de la maquinaria y herramientas utilizadas en el proceso de confección

Máquina o herramienta	Descripción	Gráfico
Cortadora circular	Máquina que permite cortar tela	
Cortadora lineal	Máquina que permite cortar tela	
Tijeras	Permite cortar el exceso de tela en las piezas del producto	
Cinta métrica y tiza	Se utiliza para realizar todas las mediciones necesarias, y se traza por medio de la tiza	
Overlock	Permite coser las costuras internas y unir las piezas del producto	
Recta	Permite coser las costuras externas y colocar accesorios (cierres y bolsillo) del producto	

Tabla 19. Descripción de la maquinaria y herramientas utilizadas en el proceso de confección (Continuación 1)

Máquina o herramienta	Descripción	Gráfico
Recubridora	Se utiliza para coser el dobladillo de la capucha	

3.6 Levantamiento de procesos de la empresa

3.6.1 Diagrama de flujo de proceso de corte

El las figuras 8, 9 y 10, se observa que interviene la zona de corte por medio del cortador, que está a cargo de realizar todas las actividades referentes al proceso de forma manual o utilizando la máquina cortadora, y de ser necesario interviene la zona de almacenamiento 1 por medio del operario 1, el cual es el encargado del abastecimiento de materia prima e insumos.

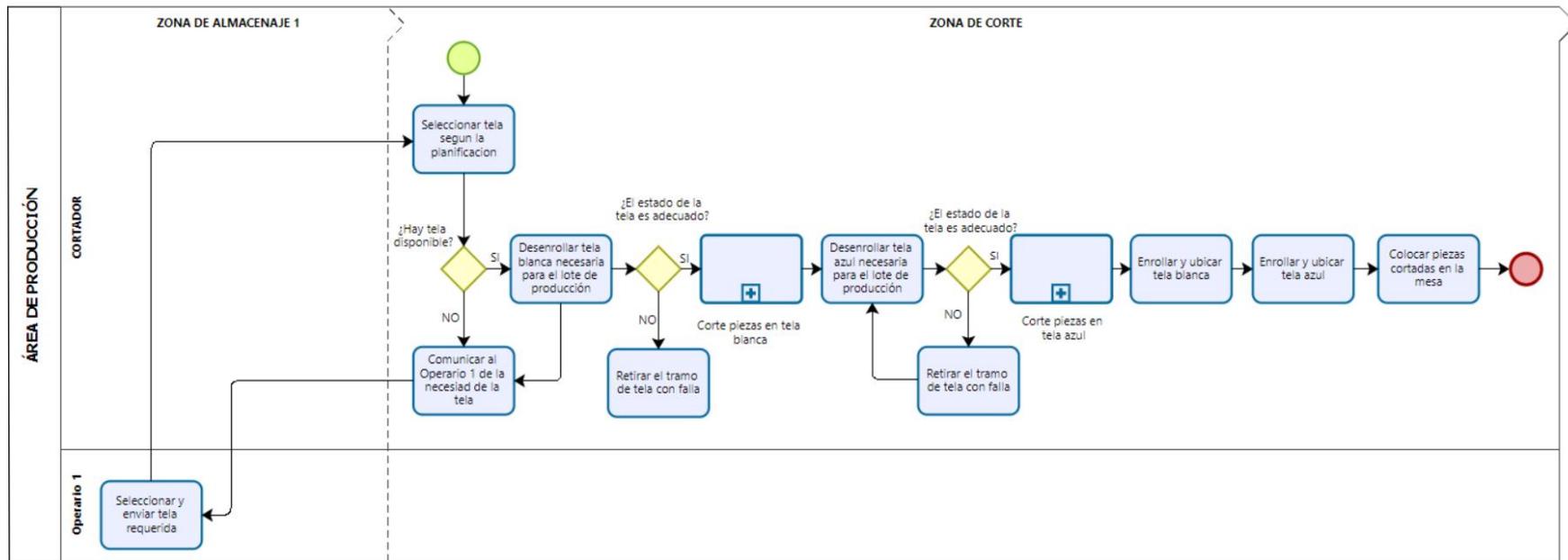


Figura 8. Diagrama de flujo del proceso de corte del código SDG_CH_36.

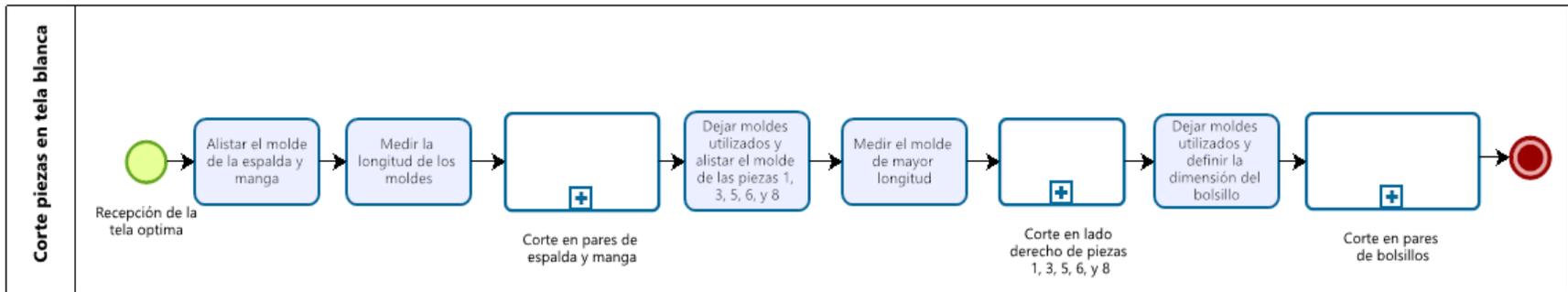


Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de corte de las piezas del código SDG_CH_36.

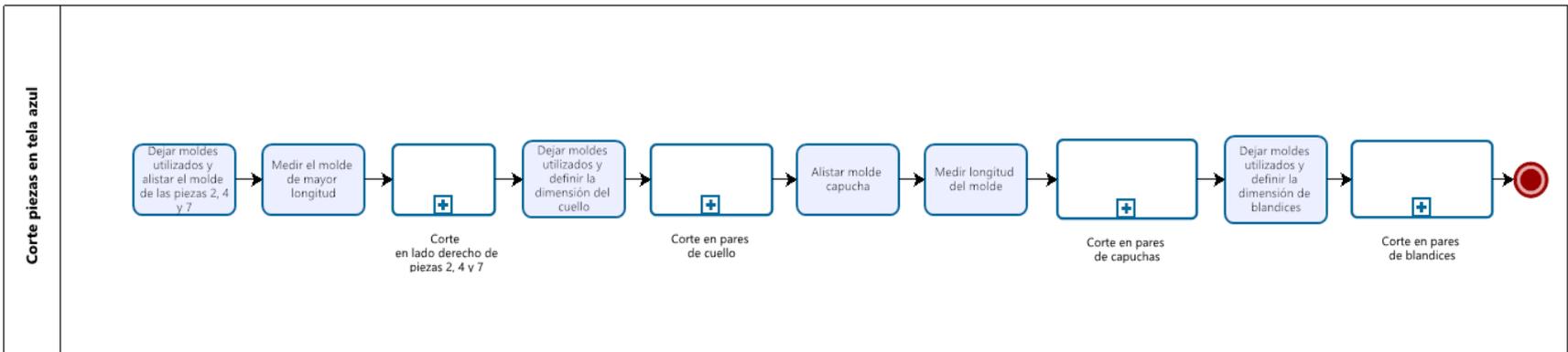


Figura 10. Diagrama de flujo del proceso de corte de las piezas en tela azul del código SDG_CH_36

En la figura 11, se observa el corte en pares que se realiza para la espalda, mangas, bolsillos, cuello, capucha y blandices. Y en la figura 12, se observa el corte en lado derecho que se realiza tanto para las piezas blancas 1, 3, 5, 6 y 8 como para las piezas azules 2, 4 y 7.

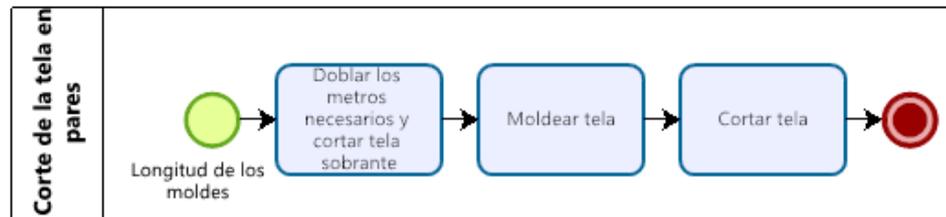


Figura 11. Diagrama de flujo del proceso de corte de tela en pares.

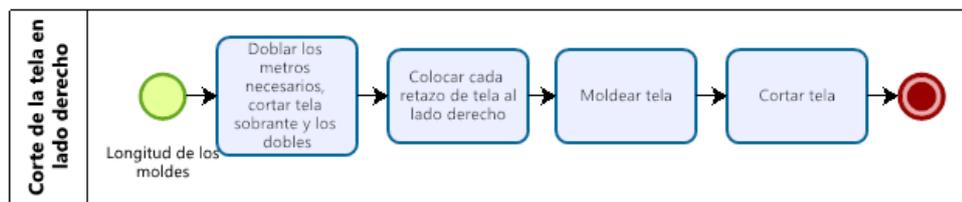


Figura 12. Diagrama de flujo del proceso de corte de tela en lado derecho.

3.6.2 Diagrama de flujo de proceso de confección

En la figura 13, se observa el proceso de confección en el cual interviene la zona de confección por medio del operario 2 que opera la máquina recta y el operario 3 que opera la máquina overlock, los cuales realizan todas las actividades referentes al proceso, y de ser necesario interviene la zona de almacenamiento 1 por medio del operario 1, el cual es el encargado del abastecimiento de materia prima e insumos.

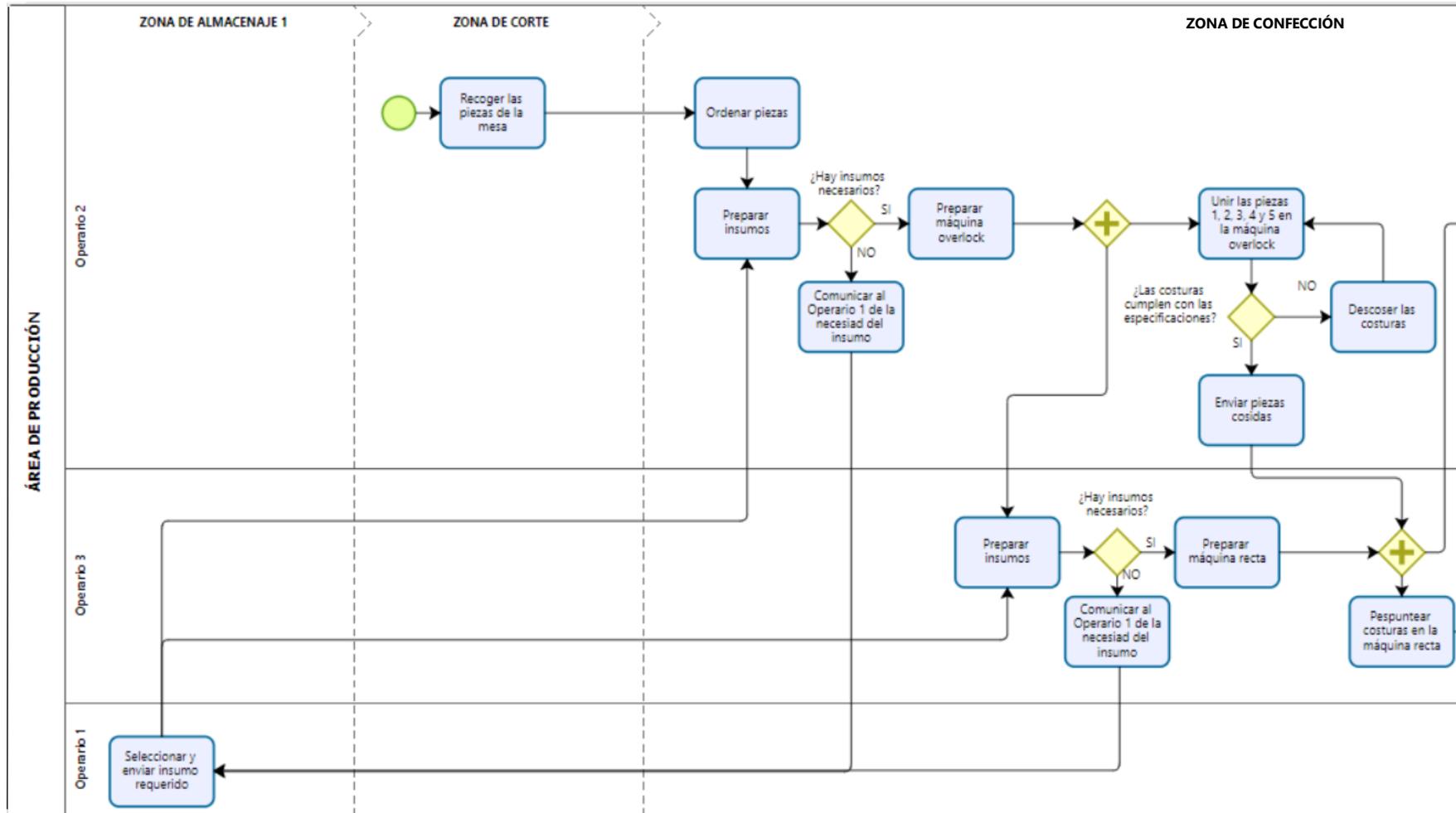


Figura 13. Diagrama de flujo del proceso de confección del código SDG_CH_36.

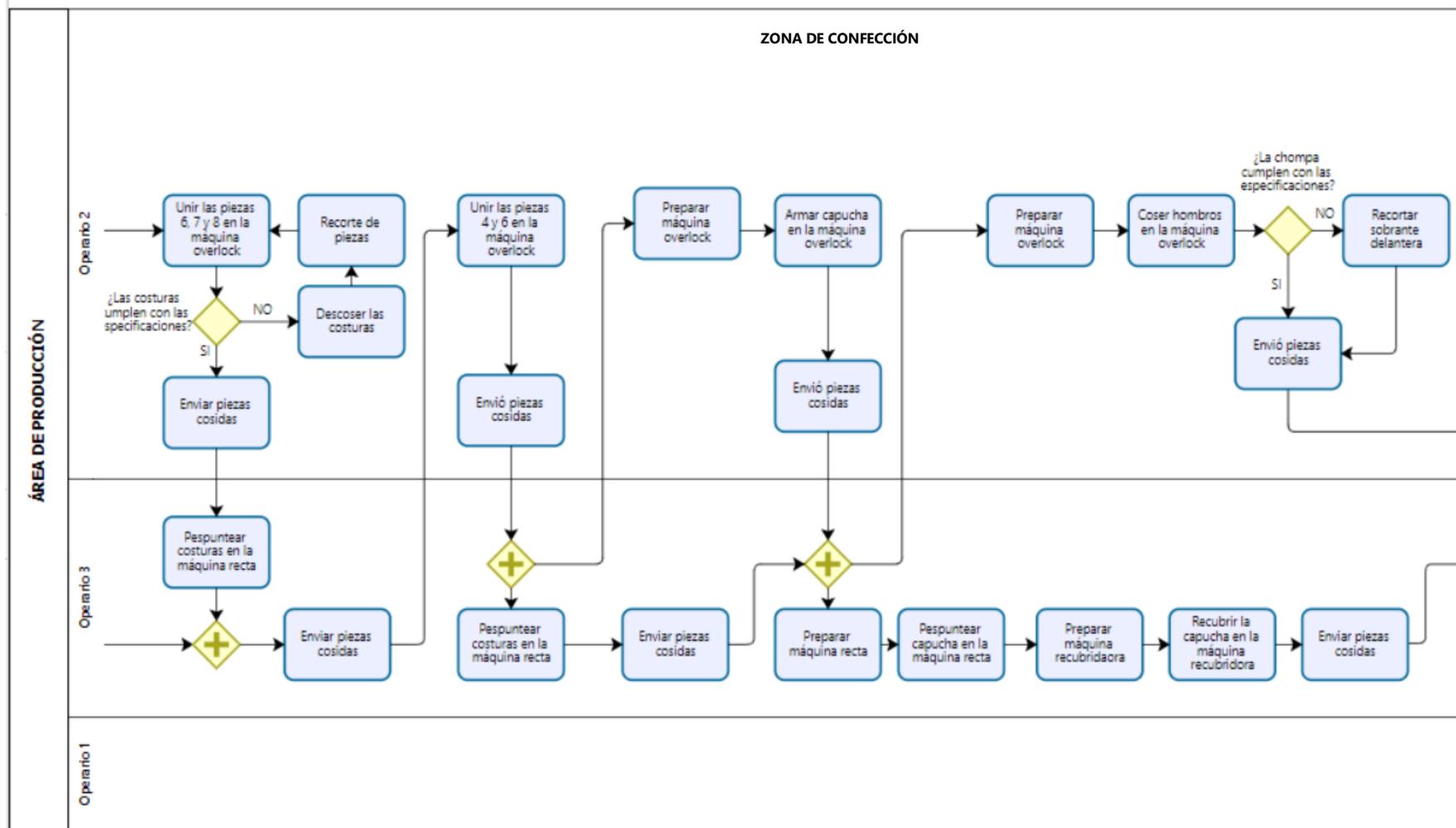


Figura 13. Diagrama de flujo del proceso de confección del código SDG_CH_36 (Continuación 1)

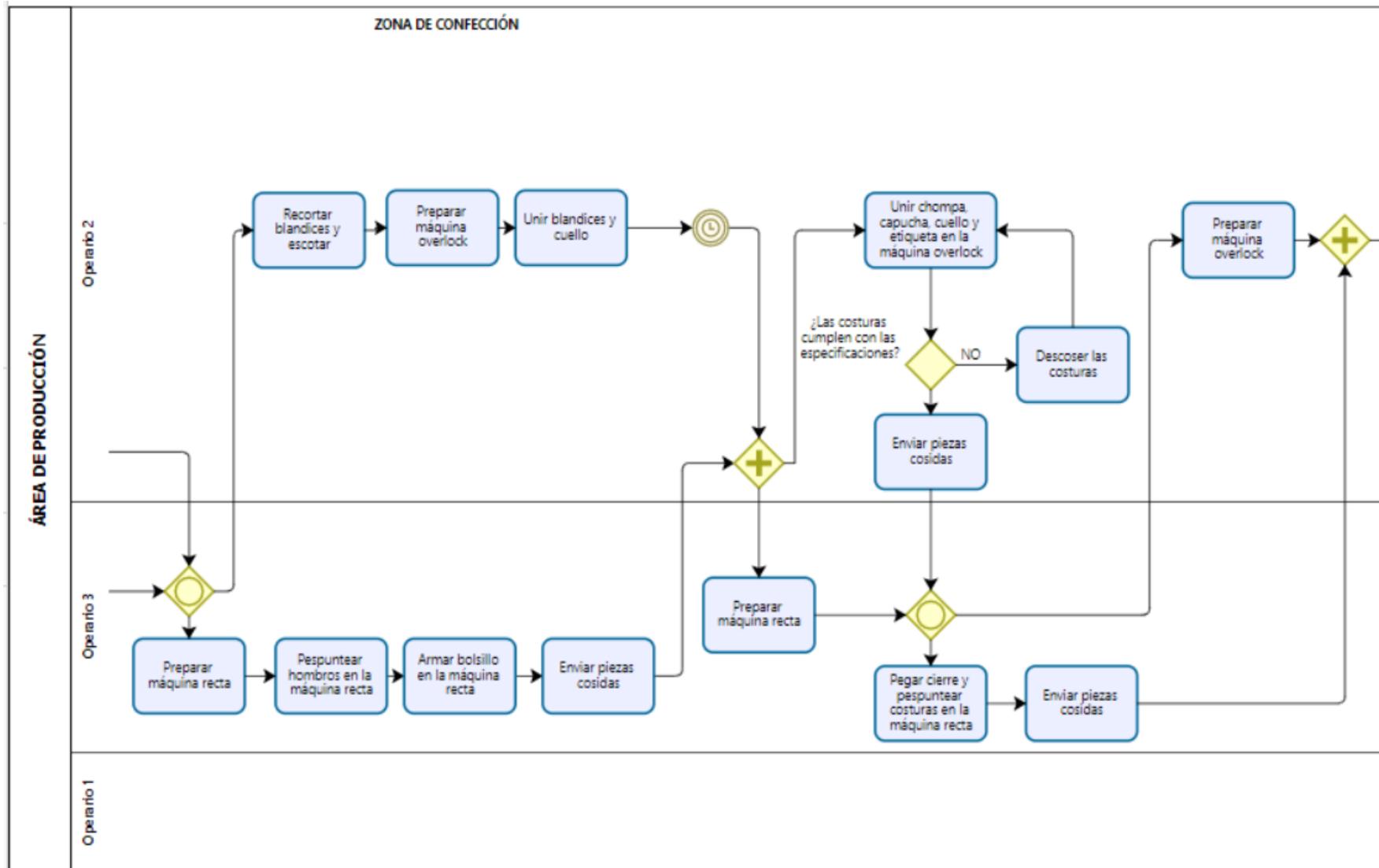


Figura 13. Diagrama de flujo del proceso de confección del código SDG_CH_36 (Continuación 2)

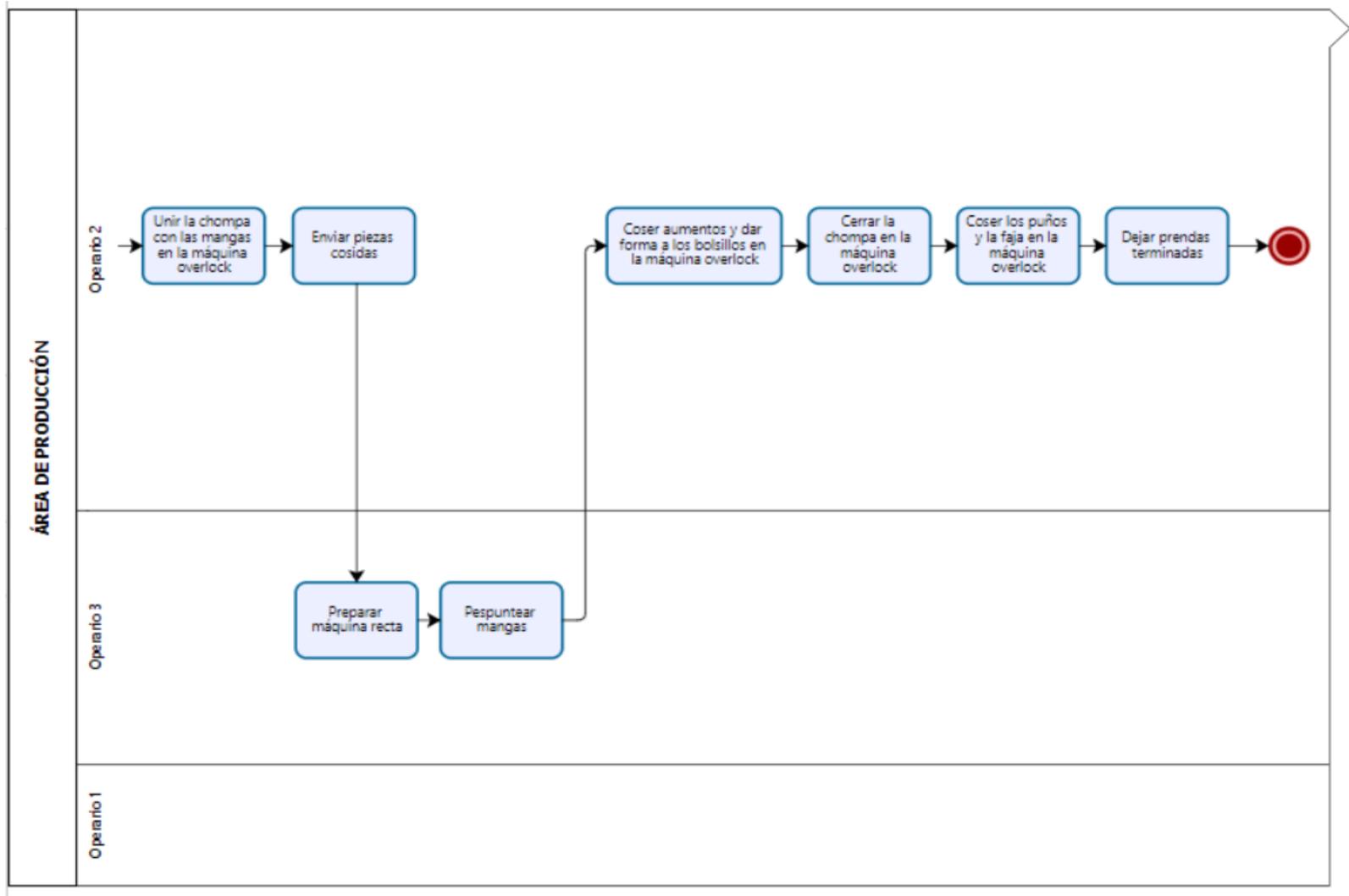


Figura 13. Diagrama de flujo del proceso de confección del código SDG_CH_36 (Continuación 3)

3.6.3 Diagrama de flujo de proceso de empaque

En la figura 14, se observa el proceso para enviar las prendas terminadas a bordar en donde interviene el operario 1 el cual se encarga de alistar y enviar las prendas a la bordadora.

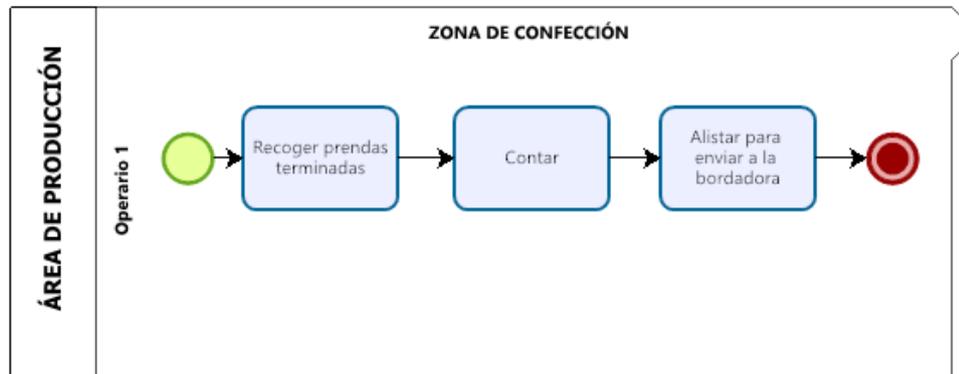


Figura 14. Diagrama de flujo del proceso para enviar a bordar la prenda con el código SDG_CH_36.

En la figura 15, se observa el proceso de almacenado de las prendas listas para la venta en donde interviene el operario 1 quien es el jefe de la zona de despacho y encargado de la atención al cliente.

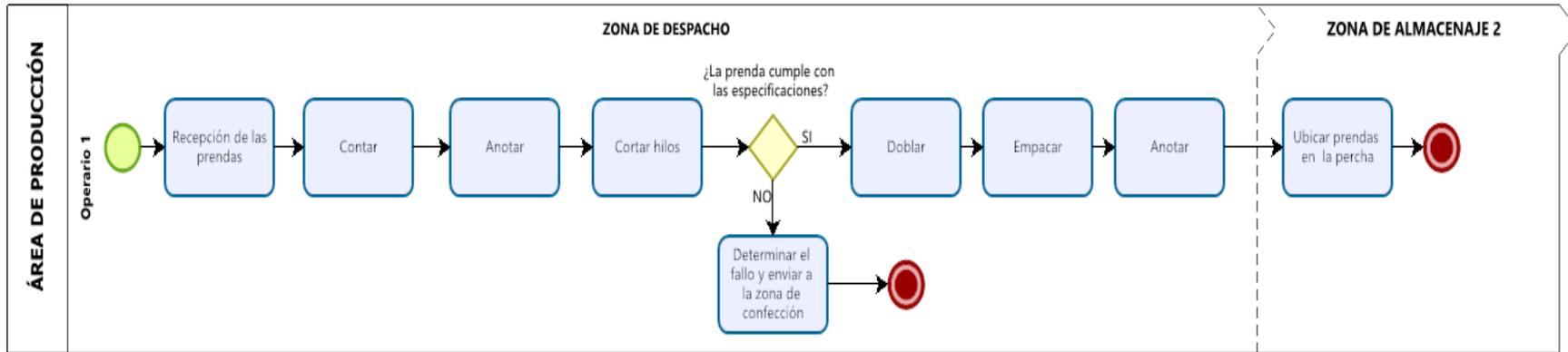


Figura 15. Diagrama de flujo del proceso de almacenado del código SDG_CH_36

3.7 Descripción de las actividades y las zonas del área de producción para elaborar el producto con el código SDG_CH_36

3.7.1 Descripción de las actividades y zonas que intervienen en el proceso de corte

- Zona de almacenaje 1: Ubica los insumos y materia prima necesaria para la elaboración de los productos.
- Zona de corte: Dispone de perchas para colocar la materia prima, una mesa de corte, las máquinas y herramientas necesarias para realizar sus actividades.
 - ✓ Seleccionar tela: El cortador alista la tela necesaria para realizar el corte del producto que se va elaborar en base a la planificación, en el caso de no tener materia prima disponible se pide al operario 1 el abastecimiento de la misma.
 - ✓ Desenrollar tela: El cortador ubica la tela en la mesa y desenrolla la tela necesaria para producir el lote planificado, si el estado de la tela no es el adecuado retira el tramo de tela con falla y continua con el proceso. La figura 16 muestra el desenrollo de la tela azul.

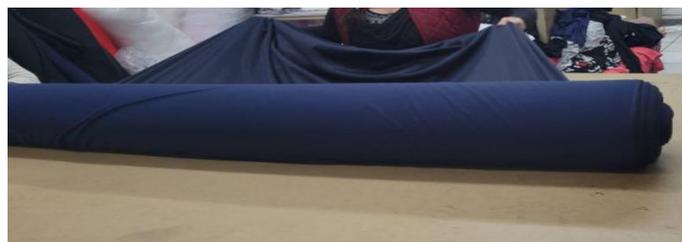


Figura 16. Desenrollar tela.

- Enrollar y ubicar tela: Una vez finalizado el proceso, el cortador extiende la tela sobrante en la mesa, enrolla y ubica la tela en la percha. La figura 17 muestra el enrollado de la tela azul.

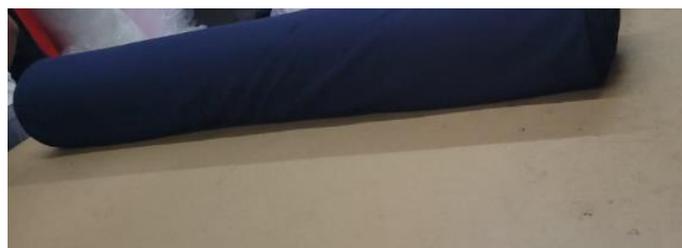


Figura 17. Enrollar tela.

- Alistar molde: El cortador escoge los moldes según el diseño y mide la longitud del molde para determinar cuánto debe doblar como se muestra en la figura 18, en el caso de tener varias piezas mide la longitud del molde más grande para doblar.



Figura 18. Alistar molde.

- Doblar tela: El cortador extiende la tela sobre la mesa y dobla las vueltas que sean necesarias. Este proceso se realiza de dos formas, en la primera forma dobla y corta la tela en pares, es decir al terminar de doblar, corta la tela sobrante y continua con el proceso como se muestra en la figura 19, la segunda forma dobla y corta la tela en el lado derecho, es decir al terminar de doblar, corta todos los filos, dobla al lado derecho los tramos de tela, coloca en la mesa y continua con el proceso como se muestra en la figura 20.



Figura 19. Doblado de la tela en pares.



Figura 20. Doblado de la tela en lado derecho.

- Moldear: El cortador coloca el molde sobre la tela y dibuja acorte el diseño llenando los espacios al ancho de la tela. La figura 21 muestra el proceso de moldear las piezas 1, 3, 5, 6 y 8 en la tela blanca.



Figura 21. Moldear sobre la tela.

- Cortar: El cortador por medio de la cortadora circular corta la tela y al finalizar el corte ordena y asigna la talla. La figura 22 muestra el proceso de corte de las piezas 1, 3, 5, 6 y 8 en la tela blanca.

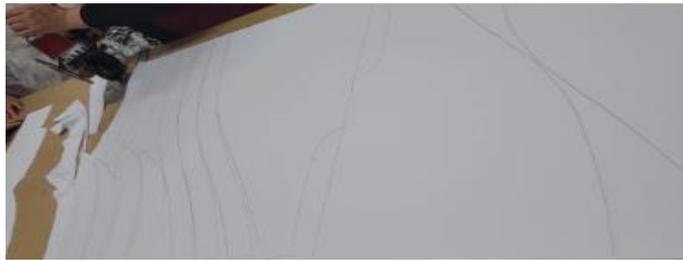


Figura 22. Recorte de la tela.

- Colocar piezas cortadas: El cortador coloca las piezas en la mesa que conecta al área de confección para continuar con el proceso.

3.7.2 Descripción de las actividades y zonas que intervienen en el proceso de confección

- Zona de confección: El operario 2 y 3, identifican el modelo a realizar para determinar el proceso adecuado de confección.
- Recoger los cortes: El operario 2 transporta las piezas de la mesa y se lleva al puesto de trabajo.
- Ordenar piezas: El operario 2 separa las piezas y ordena para empezar a coser, como se muestra en la figura 23.



Figura 23. Separar y ordenar piezas.

- Preparar máquinas: El operario cambia el color de los hilos en cada máquina para empezar a coser. En el caso de no tener los insumos necesarios pide al operario 1 el abastecimiento de la misma. La figura 24 muestra el preparado de la máquina overlock.



Figura 24. Preparar máquina.

- Armado delantero: El operario 2 une las piezas 1, 2, 3, 4 y 5 en la máquina overlock como se muestra en la figura 25 y envía al operario 3, quien respuntea las costuras realizadas en la máquina recta como se muestra en la figura 26. Después, el operario 2 une las piezas 6, 7 y 8 en la máquina overlock y envía al operario 3, quien respuntea las costuras realizadas en la máquina recta. Finalmente, el operario 2 une la pieza 5 y 6 en la máquina overlock y envía al operario 3, quien respuntea las costuras realizadas en la máquina recta.



Figura 25. Armado delantero en máquina overlock.



Figura 26. Pespunte delantero en máquina recta.

- Armado capucha: El operario 2 une la capucha en la máquina overlock como se muestra en la figura 27 y envía al operario 3, quien respuntea las costuras realizadas en la máquina recta como se muestra en la figura 28. Finalmente, el operario 3 realiza la basta de la capucha en la máquina recubridora como se muestra en la figura 29.



Figura 27. Armado capucha en máquina overlock.



Figura 28. Pespunte capucha en máquina recta.



Figura 29. Recubrir capucha en máquina recubridora.

- Armado espalda: El operario 2 une los hombros en la máquina overlock como se muestra en la figura 30 y envía al operario 3, quien respuntea las costuras realizadas en la máquina recta como se muestra en la figura 31.



Figura 30. Unión de hombros máquina overlock.



Figura 31. Pespunte de hombros máquina recta.

- Recorte de piezas: El operario 2 corta de manera manual el exceso de tela para que encajen las piezas como se observa en la figura 32.



Figura 32. Recorte del sobrante delantero.

- Armado bolsillos: El operario 3 dobla la chompa en la mitad, mide el costado desde la basta hacia arriba para centrar el bolsillo, marca con una tiza en ambos lados, arma el borde del bolsillo y une el aumento en la máquina recta como se muestra en la figura 33.



Figura 33. Armado bolsillo máquina overlock.

- Armado cuello: A cada extremo del cuello el operario 2 une los blandices, después, une la chompa armada, la capucha y coloca la etiqueta en la máquina overlock como se muestra en la figura 34, y envía al operario 3 quien en la máquina recta pega el cierre y realiza el pespunte sobre las costuras realizadas como se muestra en la figura 35.



Figura 34. Armado cuello máquina overlock.



Figura 35. Pegado cierre máquina recta.

- Armado final: El operario 2 une las mangas en la máquina overlock como se muestra en la figura 36 y envía al operario 3, quien en la máquina recta realiza el pespunte sobre la costura realizada como se muestra en la figura 37. Después, el operario 2 cose aumentos y da forma a los bolsillos para cerrar la chompa como se muestra en la figura 38. Finalmente, cose los puños y la faja en la máquina overlock como se muestra en la figura 39.



Figura 36. Unión de mangas máquina overlock.



Figura 37. Pespunte de mangas máquina recta.



Figura 38. Cerrado de la chompa máquina overlock.



Figura 39. Unión de faja máquina overlock.

3.7.3 Descripción de las actividades y zonas que intervienen en el proceso de empaque

- Zona de despacho: El operario 1 alista el producto para enviar al bordado, una vez entregado el producto final cuenta, corta hilos y almacena el producto en las perchas.
- Conteo: El operario 1 cuenta las prendas confeccionadas para enviar a bordar y en su recepción cuenta las prendas para anotar en inventario.
- Cortar hilos: El operario 1 corta los hilos de la parte interna, da la vuelta la chompa y corta los hilos de la parte externa como se observa en la figura 40, mientras se realiza el proceso se observa si hay fallas o si alguna costura no esté bien realizada.



Figura 40. Corte de hilos de la prenda confeccionada.

- Doblar: El operario 1 dobla la prenda y acomoda la etiqueta para que sea visible la talla como se observa en la figura 41.



Figura 41. Doblado de la prenda confeccionada.

- Empacar: El operario 1 coloca la prenda doblada en una funda plástica transparente como se observa en la figura 42.



Figura 42. Empacado de la prenda confeccionada.

- Almacenar: El operario 1 coloca las prendas enfundadas en las perchas como se observa en la figura 43.



Figura 43. Almacenado del producto confeccionado.

3.8 Estudio de tiempos

3.8.1 Cálculo del estudio de tiempos del proceso de corte

De acuerdo al criterio de la General Electric, para el proceso de corte se realizaron 8 observaciones, debido a que el proceso está en el rango de 10 a 20 minutos. Los ciclos cronometrados se realizaron en 2 jornadas al día (mañana y tarde) durante 4 días, y cada lote de 3 unidades.

En la tabla 20 se indican los tiempos de cada actividad, los cuales son realizados una sola vez, para el estudio de tiempo se determina el tiempo de una unidad dividiendo cada actividad que se realiza una vez para el lote de 3 unidades con la finalidad de tener datos homogéneos.

En la tabla 21, se indica los tiempos de cada actividad y el valor del tiempo estándar (TE), considerando: tiempo promedio (TP), valorización (V), tiempo normal (TN), suplementos (S) y TE.

En el cálculo del tiempo normal se aplica la valorización del ritmo de trabajo de cada actividad del proceso considerando: habilidad (H), esfuerzo (E), condiciones (CD) y consistencia (CS) de cada actividad como se indica en la tabla 22, y en el cálculo del tiempo estándar se aplica los suplementos constantes y variables del método Westinghouse para cada actividad del proceso considerando: necesidades personales (A), fatiga (B), trabajar de pie (A'), postura normal (B'), uso de fuerza muscular (C), concentración intensa (F), tensión mental (H) y monotonía (I) como se indica en la tabla 22.

Tabla 20. Actividades y tiempos del proceso de corte en lote de 3 unidades del código SDG_CH_36.

 ACTIVIDADES Y TIEMPOS DEL PROCESO DE CORTE											
Empresa: EDY SANCHEZ SPORT						Estudio Número: 1			Hoja Número 1 de 3		
Objetivo:	Cortar las piezas del código SDG_CH_36						Operario:			1	
Actividad:	Corte						Elaborado:			Ana Sánchez	
Lugar:	Zona de corte						Fecha:			3/08/2021 al 6/08/2021	
Descripción	Ciclos (s)								Tipo de actividades		
	1	2	3	4	5	6	7	8	AV	NVAN	NVA
Transportar tela de la percha	08	07	09	08	07	08	09	09		x	
Transportar tela a la mesa	08	08	07	07	08	09	09	09		x	
Desenrollar tela	40	41	45	49	38	39	40	46		x	
Alistar molde espalda	15	14	15	12	13	12	11	13			x
Doblar tela en pares	64	61	62	58	64	62	64	59		x	
Moldear espalda	69	65	72	75	61	63	75	69			x
Cortar espaldas	97	108	85	112	109	106	97	99		x	
Ubicar molde y alistar molde manga	16	16	17	18	16	15	16	13			x
Doblar tela en pares	91	88	95	89	91	90	86	96		x	
Moldear manga	41	38	45	41	46	39	50	43			x
Cortar mangas	91	83	95	96	92	89	92	88		x	
Ubicar molde y alistar moldes piezas 1, 3, 5, 6 y 8	18	15	16	17	21	16	19	18			x
Doblar tela en lado derecho	65	61	66	63	60	68	58	70		x	
Moldear piezas 1, 3, 5, 6 y 8	252	250	248	255	258	242	247	252			x
Cortar piezas 1, 3, 5, 6 y 8	300	302	305	310	311	306	308	302		x	
Ubicar moldes y definir dimensión bolsillos	12	15	13	11	10	11	12	13			x
Doblar tela en pares	15	16	18	20	21	17	18	22		x	
Cortar bolsillos	35	37	40	38	33	36	35	37		x	

Tabla 20. Actividades y tiempos del proceso de corte en lote de 3 unidades del código SDG_CH_36 (Continuación 1).

 ACTIVIDADES Y TIEMPOS DEL PROCESO DE CORTE											
Empresa: EDY SANCHEZ SPORT						Estudio Número: 1			Hoja Número 2 de 3		
Objetivo:	Cortar las piezas del código SDG_CH_36						Operario:			1	
Actividad:	Corte						Elaborado:			Ana Sánchez	
Lugar:	Zona de corte						Fecha:			3/08/2021 al 6/08/2021	
Descripción	Ciclos (s)								Tipo de actividades		
	1	2	3	4	5	6	7	8	AV	NVAN	NVA
Recoger tela	26	22	25	18	20	21	22	26		x	
Transportar tela de la percha	08	07	06	06	06	08	07	08		x	
Transportar tela a la mesa	07	07	08	06	08	07	07	07		x	
Desenrollar tela	30	32	31	28	32	29	25	31		x	
Alistar moldes piezas 2, 4 y 7	16	14	15	18	12	14	16	14			x
Doblar tela en lado derecho	57	55	52	48	58	53	54	52		x	
Moldear delantera piezas 2, 4 y 7	245	241	242	246	242	240	248	245			x
Cortar piezas 2, 4 y 7	323	325	328	322	323	325	321	3320		x	
Ubicar moldes y definir dimensión cuello	48	45	42	51	41	40	45	48			x
Doblar tela en pares	64	66	63	61	66	64	63	62		x	
Moldear cuello	68	66	62	65	68	64	66	69			x
Cortar cuellos	66	65	63	66	67	62	64	67		x	
Alistar molde capucha	09	11	08	12	09	10	11	09			x
Doblar tela en pares	30	32	29	33	31	32	33	31		x	
Moldear capucha	72	70	67	73	71	69	73	72			x
Corte capuchas	100	98	102	96	101	103	99	100		x	
Ubicar moldes y definir dimensión blandices	08	09	11	07	06	12	07	08		x	
Doblar tela en pares	95	98	92	96	97	90	91	92			x

Tabla 20. Actividades y tiempos del proceso de corte en lote de 3 unidades del código SDG_CH_36 (Continuación 2).

 ACTIVIDADES Y TIEMPOS DEL PROCESO DE CORTE											
Empresa: EDY SANCHEZ SPORT						Estudio Número: 1			Hoja Número 3 de 3		
Objetivo:	Cortar las piezas del código SDG_CH_36						Operario:			1	
Actividad:	Corte						Elaborado:			Ana Sánchez	
Lugar:	Zona de corte						Fecha:			3/08/2021 al 6/08/2021	
Descripción	Ciclos (s)								Tipo de actividades		
	1	2	3	4	5	6	7	8	AV	NVAN	NVA
Moldear blandices	39	41	38	36	37	40	38	41		x	
Cortar blandices	89	87	91	90	88	86	89	91		x	
Recoger tela	37	32	35	31	35	29	30	32		x	
Transportar tela a la percha	07	08	08	07	08	07	07	08		x	
Transportar piezas cortadas a la mesa	13	11	14	12	13	14	14	12		x	

Tabla 21. Estudio de tiempo del proceso de corte del código SDG_CH_36.

		ESTUDIO DE TIEMPOS DEL PROCESO DE CORTE												
		ESTUDIO DE TIEMPOS DEL PROCESO DE CORTE								Estudio Número: 1		Hoja Número 1 de 3		
Objeto:	Cortar las piezas del código SDG_CH_36								Operario:		1			
Actividad:	Corte								Compuesto por:		Ana Sánchez			
Lugar:	Zona de corte								Fecha:		3/08/2021 al 6/08/2021			
Descripción	Ciclos (s)								Resumen					
	1	2	3	4	5	6	7	8	TP (s)	V	TN (s)	S	TS (s)	
Transportar tela de la percha	03	02	03	03	02	03	03	03	03	103	03	0,19	03	
Transportar tela a la mesa	03	03	02	02	03	03	03	03	03	114	03	0,32	04	
Desenrollar tela	13	14	15	16	13	13	13	15	14	114	16	0,19	19	
Alistar molde espalda	05	05	05	04	04	04	04	04	04	111	05	0,17	06	
Doblar tela en pares	21	20	21	19	21	21	21	20	21	111	23	0,21	28	
Moldear espalda	23	22	24	25	20	21	25	23	23	111	25	0,22	31	
Cortar espaldas	32	36	28	37	36	35	32	33	34	111	38	0,22	46	
Ubicar molde y alistar molde manga	05	05	06	06	05	05	05	04	05	111	06	0,17	07	
Doblar tela en pares	30	29	32	30	30	30	29	32	30	111	34	0,21	41	
Moldear manga	14	13	15	14	15	13	17	14	14	111	16	0,22	19	
Cortar mangas	30	28	32	32	31	30	31	29	30	111	34	0,22	41	
Ubicar molde y alistar moldes piezas 1, 3, 5, 6 y 8	06	05	05	06	07	05	06	06	06	111	06	0,17	08	
Doblar tela en lado derecho	22	20	22	21	20	23	19	23	21	111	24	0,23	29	
Moldear piezas 1, 3, 5, 6 y 8	84	83	83	85	86	81	82	84	84	111	93	0,22	113	
Cortar piezas 1, 3, 5, 6 y 8	100	101	102	103	104	102	103	101	102	111	113	0,22	138	
Ubicar moldes y definir dimensión bolsillos	04	05	04	04	03	04	04	04	04	111	04	0,17	05	
Doblar tela en pares	05	05	06	07	07	06	06	07	06	114	07	0,17	08	
Cortar bolsillos	12	12	13	13	11	12	12	12	12	114	14	0,19	16	

Tabla 21 Estudio de tiempo del proceso de corte del código SDG_CH_36 (Continuación 1).

 ESTUDIO DE TIEMPOS DEL PROCESO DE CORTE													
ESTUDIO DE TIEMPOS DEL PROCESO DE CORTE									Estudio Número: 1		Hoja Número 2 de 3		
Objeto:	Cortar las piezas del código SDG_CH_36								Operario:		1		
Actividad:	Corte								Compuesto por:		Ana Sánchez		
Lugar:	Zona de corte								Fecha:		3/08/2021 al 6/08/2021		
Descripción	Ciclos (s)								Resumen				
	1	2	3	4	5	6	7	8	TP (s)	V	TN (s)	S	TS (s)
Recoger tela	09	07	08	06	07	07	07	09	08	114	09	0,20	10
Transportar tela de la percha	03	02	02	02	02	03	02	03	02	114	03	0,30	03
Transportar tela a la mesa	02	02	03	02	03	02	02	02	02	103	02	0,17	03
Desenrollar tela	10	11	10	09	11	10	08	10	10	111	11	0,30	14
Alistar moldes piezas 2, 4 y 7	05	05	05	06	04	05	05	05	05	111	06	0,20	07
Doblar tela en lado derecho	19	18	17	16	19	18	18	17	18	111	20	0,22	24
Moldear delantera piezas 2, 4 y 7	82	80	81	82	81	80	83	82	81	111	90	0,23	111
Cortar piezas 2, 4 y 7	108	108	109	107	108	108	107	107	108	111	120	0,17	140
Ubicar moldes y definir dimensión cuello	16	15	14	17	14	13	15	16	15	111	17	0,20	20
Doblar tela en pares	21	22	21	20	22	21	21	21	21	111	24	0,22	29
Moldear cuello	23	22	21	22	23	21	22	23	22	111	24	0,23	30
Cortar cuellos	22	22	21	22	22	21	21	22	22	111	24	0,17	28
Alistar molde capucha	03	04	03	04	03	03	04	03	03	111	04	0,17	04
Doblar tela en pares	10	11	10	11	10	11	11	10	10	111	12	0,20	14
Moldear capucha	24	23	23	24	24	23	24	24	24	111	26	0,23	32
Corte capuchas	33	33	34	32	34	34	33	33	33	111	37	0,22	45
Ubicar moldes y definir dimensión blandices	03	03	04	02	02	04	02	03	03	111	03	0,22	04
Doblar tela en pares	32	33	31	32	32	30	30	31	31	111	35	0,20	42

Tabla 21. Estudio de tiempo del proceso de corte del código SDG_CH_36 (Continuación 2).

 ESTUDIO DE TIEMPOS DEL PROCESO DE CORTE													
ESTUDIO DE TIEMPOS DEL PROCESO DE CORTE									Estudio Número: 1		Hoja Número 3 de 3		
Objeto:	Cortar las piezas del código SDG_CH_36								Operario:		1		
Actividad:	Corte								Compuesto por:		Ana Sánchez		
Lugar:	Zona de corte								Fecha:		3/08/2021 al 6/08/2021		
Descripción	Ciclos (s)								Resumen				
	1	2	3	4	5	6	7	8	TP (s)	V	TN (s)	S	TS (s)
Moldear blandices	13	14	13	12	12	13	13	14	13	111	14	0,23	18
Cortar blandices	30	29	30	30	29	29	30	30	30	111	33	0,20	39
Recoger tela	12	11	12	10	12	10	10	11	11	111	12	0,22	15
Transportar tela a la percha	02	03	03	02	03	02	02	03	03	114	03	0,18	03
Transportar piezas cortadas a la mesa	04	04	05	04	04	05	05	04	04	114	05	0,32	06
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL													1204

Tabla 22. Valoración y suplementos del proceso de corte del código SDG_CH_36.

		VALORACIÓN Y SUPLEMENTOS DEL PROCESO DE CORTE													
		Empresa: EDY SANCHEZ SPORT					Estudio Número: 1		Hoja Número 1 de 3						
Objetivo:	Cortar las piezas del código SDG_CH_36					Operario:		1							
Actividad:	Cortar					Compuesto por:		Ana Sánchez							
Lugar:	Zona de corte					Fecha:		6/8/2021							
Descripción	Valoración					Suplementos									Total
						Constantes			Variables						
	H	E	CD	CS	Total	A	B	A'	B'	C	F	H	I		
Transportar tela de la percha	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3		0	1	0	19	
Transportar tela a la mesa	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4	4	3	13	0	1	0	32	
Desenrollar tela	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4	4	1	1	0	1	1	19	
Alistar molde espalda	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1		0	1	0	17	
Doblar tela en pares	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1	1	2	1	1	21	
Moldear espalda	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11	7	4	4	3		2	1	1	22	
Cortar espaldas	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11	7	4	4	3		2	1	1	22	
Ubicar molde y alistar molde manga	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1		0	1	0	17	
Doblar tela en pares	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1	1	2	1	1	21	
Moldear manga	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11	7	4	4	3		2	1	1	22	
Cortar mangas	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11	7	4	4	3		2	1	1	22	
Ubicar molde y alistar moldes piezas 1, 3, 5, 6 y 8	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1		0	1	0	17	
Doblar tela en lado derecho	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11	7	4	4	3	1	2	1	1	23	
Moldear piezas 1, 3, 5, 6 y 8	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11	7	4	4	3		2	1	1	22	
Cortar piezas 1, 3, 5, 6 y 8	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11	7	4	4	3		2	1	1	22	
Ubicar moldes y definir dimensión bolsillos	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1		0	1	0	17	

Tabla 22. Valoración y suplementos del proceso de corte del código SDG_CH_36 (Continuación 1).

		VALORACIÓN Y SUPLEMENTOS DEL PROCESO DE CORTE													
		Empresa: EDY SANCHEZ SPORT					Estudio N: 1		Hoja Núm 2 de 3						
Objetivo:	Cortar las piezas del código SDG_CH_36					Operario:		1							
Actividad:	Cortar					Compuesto por:		Ana Sánchez							
Lugar:	Zona de corte					Fecha:		6/8/2021							
Descripción	Valoración					Suplementos									Total
						Constantes		Variables							
	H	E	CD	CS	Total	A	B	A'	B'	C	F	H	I		
Doblar tela en pares	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4	4	1		0	1	0	17	
Cortar bolsillos	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4	4	3		0	1	0	19	
Recoger tela	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4	4	3	1	0	1	0	20	
Transportar tela de la percha	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4	4	1	13	0	1	0	30	
Transportar tela de la percha	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	1		0	1	0	17	
Transportar tela a la mesa	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1	13	0	1	0	30	
Desenrollar tela	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1		2	1	1	20	
Alistar moldes piezas 2, 4 y 7	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11	7	4	4	3		2	1	1	22	
Doblar tela en lado derecho	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11	7	4	4	3	1	2	1	1	23	
Moldear delantera piezas 2, 4 y 7	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1		0	1	0	17	
Cortar piezas 2, 4 y 7	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1		2	1	1	20	
Ubicar moldes y definir dimensión cuello	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11	7	4	4	3		2	1	1	22	
Doblar tela en pares	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11	7	4	4	3	1	2	1	1	23	
Moldear cuello	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1		0	1	0	17	
Cortar cuellos	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1		0	1	0	17	
Alistar molde capucha	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1		2	1	1	20	

Tabla 22. Valoración y suplementos del proceso de corte del código SDG_CH_36 (Continuación 2).

		VALORACIÓN Y SUPLEMENTOS DEL PROCESO DE CORTE													
		Empresa: EDY SANCHEZ SPORT						Estudio N: 1		Hoja Núm 3 de 3					
Objetivo:	Cortar las piezas del código SDG_CH_36						Operario:		1						
Actividad:	Cortar						Compuesto por:		Ana Sánchez						
Lugar:	Zona de corte						Fecha:		6/8/2021						
Descripción	Valoración					Suplementos									Total
	H	E	CD	CS	Total	Constantes		Variables							
A						B	A'	B'	C	F	H	I	Total		
Doblar tela en pares	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11	7	4	4	3	1	2	1	1	23	
Moldear capucha	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11	7	4	4	3		2	1	1	22	
Corte capuchas	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11	7	4	4	3		2	1	1	22	
Ubicar moldes y definir dimensión blandices	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1		2	1	1	20	
Doblar tela en pares	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11	7	4	4	3	1	2	1	1	23	
Moldear blandices	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1		2	1	1	20	
Cortar blandices	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11	7	4	4	3		2	1	1	22	
Recoger tela	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4	4	1	1	0	1	0	18	
Transportar tela a la percha	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4	4	3	13	0	1	0	32	
Transportar piezas cortadas a la mesa	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4	4	3	2	0	1	0	21	

3.8.2 Cálculo del estudio de tiempos del proceso de confección

De acuerdo al criterio de la General Electric, para el proceso de confección se debe realizar 3 observaciones, debido a que el proceso está en el rango de 40 minutos o más. Sin embargo, para una mejor exactitud de los datos se realizaron 8 observaciones. Los ciclos cronometrados se realizaron en la jornada de la mañana durante 4 días, y cada lote de 6 unidades, tomando 2 observaciones por día.

En la tabla 23 los tiempos de las actividades de transporte y ordenar las piezas para coser son realizadas una sola vez, para el estudio de tiempo se determina el tiempo de una unidad dividiendo cada actividad para el lote de 6 unidades con la finalidad de tener datos homogéneos, tomando 1 observación por día.

En la tabla 24 se indica los tiempos de cada actividad y el valor del TE, considerando: TP, V, TN, S y TE.

En el cálculo del tiempo normal se aplica la valorización del ritmo de trabajo de cada actividad del proceso considerando: H, E, CD y CS de cada actividad como se indica en la tabla 25, y en el cálculo del tiempo estándar se aplica los suplementos constantes y variables del método Westinghouse para cada actividad considerando: A, B, A', B', C, F, H, I como se indica en la tabla 25.

Tabla 23 Actividades y tiempos del proceso de confección en lote de 3 unidades del código SDG_CH_36.

 ACTIVIDADES Y TIEMPOS DEL PROCESO DE CONFECCIÓN		Empresa: EDY SANCHEZ SPORT		Estudio Número: 1		Hoja Número 1 de 3	
		Objetivo:	Elaborar la prenda del código SDG_CH_36	Operarios:	2		
Actividad:	Confección			Compuesto por:	Ana Sánchez		
Lugar:	Zona de confección			Fecha:	4/08/2021 al 11/08/2021		
Descripción	CICLOS (s)				Tipo de actividades		
	1	2	3	4	AV	NVAN	NVA
Transportar cortes	09	10	08	11		x	
Transportar a máquina overlock	10	11	13	08		x	
Ordenar piezas para coser	73	78	70	82		x	
Preparar máquina overlock	70	65	71	78		x	
Enviar piezas cosidas	04	05	07	05		x	
Ir a máquina overlock	05	04	05	04		x	
Preparar máquina recta	41	35	38	41		x	
Enviar piezas cosidas	04	05	07	05		x	
Ir a máquina recta	04	05	04	06		x	
Transportar piezas cosidas	04	04	07	05		x	
Transportar a máquina overlock	03	06	04	04		x	
Transportar piezas cosidas	04	03	06	03		x	
Transportar a máquina recta	04	05	07	06		x	
Transportar piezas cosidas	04	06	03	05		x	
Transportar a máquina overlock	04	03	05	07		x	
Transportar piezas cosidas	03	04	06	04		x	
Transportar a máquina recta	04	07	03	06		x	
Preparar máquina overlock	68	72	69	74		x	
Transportar piezas cosidas	04	05	06	03		x	

Tabla 23. Actividades y tiempos del proceso de confección en lote de 3 unidades del código SDG_CH_36 (Continuación 1).

		ACTIVIDADES Y TIEMPOS DEL PROCESO DE CONFECCIÓN						
		Empresa: EDY SANCHEZ SPORT		Estudio Número: 1		Hoja Número 2 de 3		
Objetivo:	Elaborar la prenda del código SDG_CH_36	Operarios:		2				
Actividad:	Confección	Compuesto por:		Ana Sánchez				
Lugar:	Zona de confección	Fecha:		4/08/2021 al 11/08/2021				
Descripción	CICLOS (s)				Tipo de actividades			
	1	2	3	4	AV	NVAN	NVA	
Transportar a máquina overlock	03	05	07	06		x		
Transportar a la máquina recubridora	05	04	06	05		x		
Preparar máquina recubridora	102	115	92	101		x		
Transportar piezas cosidas	04	05	06	05		x		
Transportar a la máquina recta	05	04	07	04		x		
Preparar máquina overlock	71	78	68	82		x		
Transportar piezas cosidas	04	06	05	04		x		
Transportar a máquina overlock	06	03	05	06		x		
Preparar máquina recta	52	48	58	42		x		
Transportar piezas cosidas	04	05	06	04		x		
Transportar a máquina recta	04	06	03	05		x		
Preparar máquina overlock	68	66	71	74		x		
Transportar piezas cosidas	04	06	04	05		x		
Transportar a máquina overlock	03	05	04	06		x		
Preparar máquina recta	76	74	78	71		x		
Transportar piezas cosidas	04	06	05	04		x		
Transportar a máquina recta	05	06	04	05		x		
Preparar máquina overlock	68	74	79	66		x		
Transportar piezas cosidas	04	04	06	04		x		

Tabla 23. Actividades y tiempos del proceso de confección en lote de 3 unidades del código SDG_CH_36 (Continuación 2).

		ACTIVIDADES Y TIEMPOS DEL PROCESO DE CONFECCIÓN						
		Empresa: EDY SANCHEZ SPORT		Estudio Número: 1		Hoja Número 3 de 3		
Objetivo:	Elaborar la prenda del código SDG_CH_36	Operarios:		2				
Actividad:	Confección	Compuesto por:		Ana Sánchez				
Lugar:	Zona de confección	Fecha:		4/08/2021 al 11/08/2021				
Descripción	CICLOS (s)				Tipo de actividades			
	1	2	3	4	AV	NVAN	NVA	
Transportar a máquina overlock	04	05	04	05		x		
Preparar máquina recta	75	71	68	76		x		
Transportar piezas cosidas	04	05	04	05		x		
Transportar a máquina recta	06	04	05	06		x		
Transportar prendas terminadas	09	10	11	13		x		

Tabla 24 Estudio de tiempo del proceso de confección del código SDG_CH_36.

 ESTUDIO DE TIEMPOS DEL PROCESO DE CONFECCIÓN													
Empresa: EDY SANCHEZ SPORT									Estudio Número: 1		Hoja Número 1 de 4		
Objetivo:	Elaborar la prenda del código SDG_CH_36								Operarios:		2		
Actividad:	Confección								Compuesto por:		Ana Sánchez		
Lugar:	Zona de confección								Fecha:		4/08/2021 al 11/08/2021		
Descripción	CICLOS (s)								Resumen				
	1	2	3	4	5	6	7	8	TP (s)	V	TN (s)	S	TS (s)
Transportar cortes	02	02	01	02					02	103	02	0,21	02
Transportar a máquina overlock	02	02	02	01					02	103	02	0,21	02
Ordenar piezas para coser	12	13	12	14					13	114	14	0,14	16
Preparar máquina overlock	12	11	12	13					12	111	13	0,19	16
Coser delantera pieza 1 y 2	34	35	42	48	32	29	31	36	36	114	41	0,16	47
Coser delantera pieza 2 y 3	24	25	28	31	21	18	22	19	24	114	27	0,16	31
Coser delantera pieza 3 y 4	23	21	25	18	22	19	21	16	21	114	24	0,16	27
Coser delantera pieza 4 y 5	13	11	18	15	11	13	18	10	14	114	16	0,16	18
Transportar piezas cosidas	01	01	01	01					01	103	01	0,21	01
Transportar a máquina overlock	01	01	01	01					01	103	01	0,21	01
Preparar máquina recta	07	06	06	07					06	111	07	0,19	09
Pespuntear delantera pieza 1 y 2	22	18	23	26	18	17	21	17	20	114	23	0,16	27
Pespuntear delantera pieza 2 y 3	24	22	26	25	21	22	18	20	22	114	25	0,16	29
Pespuntear delantera pieza 3 y 4	26	24	26	21	28	31	35	28	27	114	31	0,16	36
Pespuntear delantera pieza 4 y 5	11	13	10	15	09	13	12	14	12	114	14	0,16	16
Transportar piezas cosidas	01	01	01	01					01	103	01	0,21	01
Transportar a máquina recta	01	01	01	01					01	103	01	0,21	01
Recortar pieza 6, 7 y 8	25	23	21	26	20	24	23	22	23	111	26	0,15	29
Coser delantera pieza 6 y 7	12	11	09	15	11	09	12	13	12	114	13	0,16	15
Coser delantera pieza 7 y 8	18	17	15	16	17	16	15	16	16	114	19	0,16	21

Tabla 24. Estudio de tiempo del proceso de confección del código SDG_CH_36 (Continuación 1).

 ESTUDIO DE TIEMPOS DEL PROCESO DE CONFECCIÓN													
Empresa: EDY SANCHEZ SPORT									Estudio Número: 1		Hoja Número 2 de 4		
Objetivo:	Elaborar la prenda del código SDG_CH_36								Operarios:		2		
Actividad:	Confección								Compuesto por:		Ana Sánchez		
Lugar:	Zona de confección								Fecha:		4/08/2021 al 11/08/2021		
Descripción	CICLOS (s)								Resumen				
	1	2	3	4	5	6	7	8	TP (s)	V	TN (s)	S	TS (s)
Transportar piezas cosidas	01	01	01	01					01	103	01	0,21	01
Transportar a máquina overlock	01	01	01	01					01	103	01	0,21	01
Pespuntear delantera pieza 6 y 7	13	14	11	14	16	15	14	12	14	114	16	0,16	18
Pespuntear delantera pieza 7 y 8	09	10	12	14	10	11	13	12	11	114	13	0,16	15
Transportar piezas cosidas	01	01	01	01					01	103	01	0,21	01
Transportar a máquina recta	01	01	01	01					01	103	01	0,21	01
Coser delantera pieza 4 y 6	26	27	23	28	25	26	27	28	26	114	30	0,16	35
Transportar piezas cosidas	04	01	01	01					02	103	02	0,21	02
Transportar a máquina overlock	04	01	01	01					02	103	02	0,21	02
Pespuntear delantera pieza 4 y 6	23	22	19	21	22	20	24	21	21	114	25	0,16	28
Transportar piezas cosidas	03	01	01	01					01	103	01	0,21	02
Transportar a máquina recta	04	01	01	01					02	103	02	0,21	02
Preparar máquina overlock	68	12	11	12					26	111	29	0,19	34
Armar capucha	15	17	21	12	16	17	14	15	16	114	18	0,16	21
Transportar piezas cosidas	04	01	01	01					02	103	02	0,21	02
Transportar a máquina overlock	03	01	01	01					02	103	02	0,21	02
Pespuntear capucha	22	19	23	18	21	19	18	20	20	114	23	0,16	26
Transportar a la máquina recubridora	05	01	01	01					02	103	02	0,21	02
Preparar máquina recubridora	102	19	15	17					38	111	43	0,19	51
Recubrir capucha	30	28	25	29	32	27	26	31	29	114	32	0,16	38

Tabla 24. Estudio de tiempo del proceso de confección del código SDG_CH_36 (Continuación 2).

 ESTUDIO DE TIEMPOS DEL PROCESO DE CONFECCIÓN													
Empresa: EDY SANCHEZ SPORT								Estudio Número: 1		Hoja Número 3 de 4			
Objetivo:	Elaborar la prenda del código SDG_CH_36							Operarios:		2			
Actividad:	Confección							Compuesto por:		Ana Sánchez			
Lugar:	Zona de confección							Fecha:		4/08/2021 al 11/08/2021			
Descripción	CICLOS (s)								Resumen				
	1	2	3	4	5	6	7	8	TP (s)	V	TN (s)	S	TS (s)
Transportar piezas cosidas	01	01	01	01					01	103	01	0,21	01
Transportar a la máquina recta	01	01	01	01					01	103	01	0,21	01
Preparar máquina overlock	12	13	11	14					12	111	14	0,19	16
Coser hombros	26	24	27	30	26	24	21	22	25	114	29	0,16	33
Recortar sobrante delantera	87	82	86	81	85	83	82	78	83	111	92	0,15	106
Transportar piezas cosidas	01	01	01	01					01	103	01	0,21	01
Transportar a máquina overlock	01	01	01	01					01	103	01	0,21	01
Preparar máquina recta	09	08	10	07					08	111	09	0,19	11
Pespuntear hombros	25	21	26	19	21	24	26	22	23	114	26	0,16	30
Armar bolsillo	259	260	258	262	265	268	269	265	263	114	300	0,16	348
Transportar piezas cosidas	01	01	01	01					01	103	01	0,21	01
Transportar a máquina recta	01	01	01	01					01	103	01	0,21	01
Recortar blandices y escotar	54	58	51	49	59	45	57	55	53	111	59	0,15	68
Preparar máquina overlock	11	11	12	12					12	111	13	0,19	15
Coser blandices y cuello	47	46	48	51	46	42	43	40	45	114	52	0,16	60
Coser chompa, cuello y capucha	142	139	143	146	140	141	139	140	141	114	161	0,16	187
Transportar piezas cosidas	01	01	01	01					01	103	01	0,21	01
Transportar a máquina overlock	01	01	01	01					01	103	01	0,21	01
Preparar máquina recta	13	12	13	12					12	111	14	0,19	16
Coser y pesuntear cierre	496	502	505	501	509	502	512	499	503	114	574	0,16	665

Tabla 24 Estudio de tiempo del proceso de confección del código SDG_CH_36 (Continuación 3).

 ESTUDIO DE TIEMPOS DEL PROCESO DE CONFECCIÓN													
Empresa: EDY SANCHEZ SPORT									Estudio Número: 1		Hoja Número 4 de 4		
Objetivo:	Elaborar la prenda del código SDG_CH_36								Operarios:		2		
Actividad:	Confección								Compuesto por:		Ana Sánchez		
Lugar:	Zona de confección								Fecha:		4/08/2021 al 11/08/2021		
Descripción	CICLOS (s)								Resumen				
	1	2	3	4	5	6	7	8	TP (s)	V	TN (s)	S	TS (s)
Pespuntear cuello	20	24	26	28	21	25	27	21	24	114	27	0,16	32
Transportar piezas cosidas	01	01	01	01					01	103	01	0,21	01
Transportar a máquina recta	01	01	01	01					01	103	01	0,21	01
Preparar máquina overlock	11	12	13	11					12	111	13	0,19	16
Coser mangas	64	63	68	171	66	68	67	59	78	114	89	0,16	103
Transportar piezas cosidas	01	01	01	01					01	103	01	0,21	01
Transportar a máquina overlock	01	01	01	01					01	103	01	0,21	01
Preparar máquina recta	13	12	11	13					12	111	13	0,19	16
Pespuntear mangas	54	53	51	50	58	53	51	48	52	114	60	0,16	69
Transportar piezas cosidas	01	01	01	01					01	103	01	0,21	01
Transportar a máquina recta	01	01	01	01					01	103	01	0,21	01
Coser aumentos y dar forma al bolsillo	102	105	100	99	101	98	107	99	101	114	116	0,16	134
Cerrar chompa	74	76	78	80	73	78	71	72	75	114	86	0,16	100
Recortar puños y faja	20	21	23	25	18	13	15	19	19	111	21	0,15	25
Coser puños	43	42	47	39	44	37	42	41	42	114	48	0,16	55
Coser faja	72	73	74	71	68	73	66	71	71	114	81	0,16	94
Transportar prendas terminadas	02	02	02	02					02	103	02	0,21	02
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL													2794

Tabla 25. Valoración y suplementos del proceso de confección del código SDG_CH_36.

 VALORACIÓN Y SUPLEMENTOS DEL PROCESO DE CONFECCIÓN		Empresa: EDY SANCHEZ SPORT					Estudio Número:		Hoja Número 1 de 4							
		Objetivo: Elaborar la prenda del código SDG_CH_36					Operarios:		2							
Actividad:		Confección					Compuesto por:		Ana Sánchez							
Lugar:		Zona de confección					Fecha:		11/8/2021							
Descripción	Valoración					Suplementos										Total
						Constantes		Variables								
	H	E	CD	CS	Total	A	B	A'	B'	C	F	H	I	Total		
Transportar cortes	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21		
Transportar a máquina overlock	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21		
Ordenar piezas para coser	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		3					14		
Preparar máquina overlock	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1		2	1		19		
Coser delantera pieza 1 y 2	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16		
Coser delantera pieza 2 y 3	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16		
Coser delantera pieza 3 y 4	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16		
Coser delantera pieza 4 y 5	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16		
Transportar piezas cosidas	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21		
Transportar a máquina overlock	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21		
Preparar máquina recta	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1		2	1		19		
Pespuntear delantera pieza 1 y 2	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16		
Pespuntear delantera pieza 2 y 3	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16		
Pespuntear delantera pieza 3 y 4	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16		
Pespuntear delantera pieza 4 y 5	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16		
Transportar piezas cosidas	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21		
Transportar a máquina recta	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21		
Recortar pieza 6, 7 y 8	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11	7	4		1		2	1		15		
Coser delantera pieza 6 y 7	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16		
Coser delantera pieza 7 y 8	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16		

Tabla 25. Valoración y suplementos del proceso de confección del código SDG_CH_36 (Continuación 1).

 VALORACIÓN Y SUPLEMENTOS DEL PROCESO DE CONFECCIÓN		Empresa: EDY SANCHEZ SPORT				Estudio Número:	Hoja Número 2 de 4								
		Objetivo:	Elaborar la prenda del código SDG_CH_36				Operarios:	2							
Actividad:	Confección				Compuesto por:	Ana Sánchez									
Lugar:	Zona de confección				Fecha:	11/8/2021									
Descripción	Valoración					Suplementos									
	H	E	CD	CS	Total	Constantes		Variables						Total	
A						B	A'	B'	C	F	H	I			
Transportar piezas cosidas	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21	
Transportar a máquina overlock	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21	
Pespuntear delantera pieza 6 y 7	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16	
Pespuntear delantera pieza 7 y 8	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16	
Transportar piezas cosidas	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21	
Transportar a máquina recta	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21	
Coser delantera pieza 4 y 6	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16	
Transportar piezas cosidas	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21	
Transportar a máquina overlock	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21	
Pespuntear delantera pieza 4 y 6	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16	
Transportar piezas cosidas	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21	
Transportar a máquina recta	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21	
Preparar máquina overlock	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1		2	1		19	
Armar capucha	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16	
Transportar piezas cosidas	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21	
Transportar a máquina overlock	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21	
Pespuntear capucha	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16	
Transportar a la máquina recubridora	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21	
Preparar máquina recubridora	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1		2	1		19	
Recubrir capucha	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16	

Tabla 25. Valoración y suplementos del proceso de confección del código SDG_CH_36 (Continuación 2).

 VALORACIÓN Y SUPLEMENTOS DEL PROCESO DE CONFECCIÓN		Empresa: EDY SANCHEZ SPORT					Estudio Número: 1	Hoja Número 3 de 4								
		Objetivo: Elaborar la prenda del código SDG_CH_36					Operarios: 2		Actividad: Confección							
Lugar: Zona de confección					Compuesto por: Ana Sánchez		Fecha: 11/8/2021									
Descripción	Valoración					Suplementos										Total
	H	E	CD	CS	Total	Constantes		Variables								
						A	B	A'	B'	C	F	H	I			
Transportar piezas cosidas	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21		
Transportar a la máquina recta	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21		
Preparar máquina overlock	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1		2	1		19		
Coser hombros	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16		
Recortar sobrante delantera	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11	7	4		1		2	1		15		
Transportar piezas cosidas	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21		
Transportar a máquina overlock	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21		
Preparar máquina recta	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1		2	1		19		
Pespuntear hombros	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16		
Armar bolsillo	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16		
Transportar piezas cosidas	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21		
Transportar a máquina recta	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21		
Recortar blandices y escotar	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11	7	4		1		2	1		15		
Preparar máquina overlock	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1		2	1		19		
Coser blandices y cuello	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16		
Coser chompa, cuello y capucha	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16		
Transportar piezas cosidas	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21		
Transportar a máquina overlock	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21		
Preparar máquina recta	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1		2	1		19		
Coser y pesuntear cierre	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16		

Tabla 25. Valoración y suplementos del proceso de confección del código SDG_CH_36 (Continuación 3).

 VALORACIÓN Y SUPLEMENTOS DEL PROCESO DE CONFECCIÓN		Empresa: EDY SANCHEZ SPORT					Estudio Número:		Hoja Número 4 de 4							
		Objetivo: Elaborar la prenda del código SDG_CH_36					Operarios:		2							
Actividad:		Confección					Compuesto por:		Ana Sánchez							
Lugar:		Zona de confección					Fecha:		11/8/2021							
Descripción	Valoración					Suplementos										Total
						Constantes		Variables								
	H	E	CD	CS	Total	A	B	A'	B'	C	F	H	I	Total		
Pespuntear cuello	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16		
Transportar piezas cosidas	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21		
Transportar a máquina recta	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21		
Preparar máquina overlock	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1		2	1		19		
Cocer mangas	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16		
Transportar piezas cosidas	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21		
Transportar a máquina overlock	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21		
Preparar máquina recta	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1		2	1		19		
Pespuntear mangas	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16		
Transportar piezas cosidas	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21		
Transportar a máquina recta	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21		
Coser aumentos y dar forma al bolsillo	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16		
Cerrar chompa	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16		
Recortar puños y faja	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11	7	4		1		2	1		15		
Coser puños	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16		
Coser faja	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16		
Dejar prendas terminadas	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21		

3.8.3 Cálculo del estudio de tiempos del proceso de empaque

De acuerdo al criterio de la General Electric, para el proceso de empaque se realizaron 15 observaciones, debido a que el proceso está en el rango de 2 a 5 minutos. Los ciclos cronometrados se realizaron en la jornada de la mañana durante 4 días, y cada lote de 6 unidades, tomando 3 a 4 observaciones por día.

Los tiempos de las actividades de transporte, contar y anotar en inventario son realizadas una sola vez, para el estudio de tiempo se determina el tiempo de una unidad dividiendo cada actividad para el lote de 6 unidades con la finalidad de tener datos homogéneos, tomando 1 observación por día como se muestra en la tabla 26.

En la tabla 27 se indica los tiempos de cada actividad y el valor del TE, considerando: TP, V, TN, S y TE.

En el cálculo del tiempo normal se aplica la valorización del ritmo de trabajo de cada actividad del proceso considerando: H, E, CD y CS de cada actividad como se indica en la tabla 28, y en el cálculo del tiempo estándar se aplica los suplementos constantes y variables del método Westinghouse para cada actividad considerando: A, B, A', B', C, F, H, I como se indica en la tabla 28.

Tabla 26. Actividades y tiempos del proceso de empaque en lote de 3 unidades del código SDG_CH_36.

		ESTUDIO DE TIEMPOS DEL PROCESO DE EMPAQUE			
		Empresa: EDY SANCHEZ SPORT		Estudio Número: 1	
Objetivo:	Empacar la prenda del código SDG_CH_36	Operario:		1	
Actividad:	Empacar	Compuesto por:		Ana Sánchez	
Lugar:	Zona de despacho	Fecha:		6/08/2021 al 13/08/2021	
Descripción		CICLOS (s)			
		1	2	3	4
Transportar prenda terminada		17	15	16	19
Transportar zona de despacho		18	16	17	21
Contar y alistar el producto		16	18	21	19
Anotar en inventario		09	08	11	09
Transportar al bordador		13	14	12	16
Recepción de producto terminado		12	15	14	11
Transportar zona de despacho		13	14	13	12
Contar		15	17	16	21
Anotar en inventario		10	09	12	09
Transportar a la bodega		10	11	12	08

Tabla 27. Estudio de tiempo del proceso de empaque del código SDG_CH_36.

		ESTUDIO DE TIEMPOS DEL PROCESO DE EMPAQUE																				
		Empresa: EDY SANCHEZ SPORT															Estudio Número: 1		Hoja Número 1 de 1			
Objetivo:	Empacar la prenda del código SDG_CH_36															Operario:		1				
Actividad:	Empacar															Compuesto por:		Ana Sánchez				
Lugar:	Zona de despacho															Fecha:		6/08/2021 al 13/08/2021				
Descripción	CICLOS (s)															Resumen						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	TP (s)	V	TN (s)	S	TS (s)		
Transportar prenda terminada	03	03	03	03												03	119	03	0,14	04		
Transportar zona de despacho	03	03	03	04												03	119	04	0,14	04		
Contar y alistar el producto	03	03	04	03												03	119	04	0,14	04		
Anotar en inventario	02	01	02	02												02	119	02	0,14	02		
Transportar al bordador	02	02	02	03												02	119	03	0,14	03		
Recepción de producto terminado	02	03	02	02												02	119	03	0,14	03		
Transportar zona de despacho	02	02	02	02												02	119	03	0,14	03		
Cortar hilos	41	31	39	25	32	32	34	32	31	33	30	39	40	35	29	34	119	40	0,14	45		
Doblar	22	17	15	14	21	15	18	19	19	20	15	19	18	15	18	18	119	21	0,14	24		
Empacar	24	29	28	34	27	37	34	30	33	40	36	33	38	34	35	33	119	39	0,14	44		
Contar	03	03	03	04												03	119	03	0,14	04		
Anotar en inventario	02	02	02	02												02	119	02	0,14	02		
Transportar a la bodega	02	02	02	01												02	119	02	0,14	02		
Ubicar en percha	02	02	02	03	02	02	02	03	02	02	03	02	03	02	03	02	119	03	0,14	03		
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL																					149	

Tabla 28. Valoración y suplementos del proceso de empaque del código SDG_CH_36.

 VALORACIÓN Y SUPLEMENTOS DEL PROCESO DE EMPAQUE		Empresa: EDY SANCHEZ SPORT		Estudio Número: 1		Hoja Número 1 de 1								
		Objetivo: Empacar la prenda del código SDG_CH_36		Operario:		1								
Actividad: Empacar		Compuesto por:		Ana Sánchez										
Lugar: Zona de despacho		Fecha:		13/8/2021										
Descripción	Valoración					Suplementos								Total
						Constantes		Variables						
	H	E	CD	CS	Total	A	B	A'	B'	C	F	H	I	
Transportar prenda terminada	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21
Transportar zona de despacho	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21
Contar y alistar el producto	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		3					14
Anotar en inventario	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1		2	1		19
Transportar al bordador	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16
Recepción de producto terminado	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16
Transportar zona de despacho	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16
Cortar hilos	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16
Doblar	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21
Empacar	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	7	4	4	3	2	0	1		21
Contar	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11	7	4	4	1		2	1		19
Anotar en inventario	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16
Transportar a la bodega	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16
Ubicar en percha	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	7	4		1		2	1	1	16

3.9 Cursogramas analíticos para producción del código SDG_CH_36

3.9.1 Cursograma analítico del proceso de corte

La tabla 29 muestra el cursograma analítico del proceso de corte para elaboración del código SDG_CH_36, considerando a las actividades según correspondan como: operación, operación e inspección, transporte, espera, inspección o almacenaje.

Con los datos obtenidos de la tabla 29, se identificaron 28 actividades que no agregan valor, pero son necesarias (NVAN) con un tiempo de 770 s, es decir que estas actividades consumen un 64% de tiempo del proceso de corte y 14 actividades que no agregan valor (NVA) con un tiempo de 435 s, es decir que estas actividades consumen un 36% de tiempo del proceso de corte. Las actividades se generan en un tiempo de 1204 s y una distancia recorrida de 43,05 metros, divididas en 33 operaciones con 1147 s, 2 operaciones e inspecciones con 33 s, 6 transportes con 24 s y 1 almacenamiento.

Por medio de la ecuación 2, se determina la productividad del proceso de corte:

$$\text{Productividad} = \frac{1147}{1204} \text{ s}$$

$$\text{Productividad} = 0,9526 \approx 95,26\%$$

De los 1204 s el 95,26% del tiempo es utilizado para el proceso de corte y el 4,74% del tiempo sobrante es utilizado para traslado del operario.

Tabla 29. Cursograma analítico del proceso de corte del código SDG_CH_36.

		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE CORTE (OPERARIO)												
Empresa: EDY SANCHEZ SPORT				Diagrama Número: 1				Hoja Número 1 de 3						
Objeto:	Cortar las piezas del código SDG_CH_36						Operario:	1						
Actividad:	Cortar						Compuesto por:	Ana Sánchez						
Lugar:	Zona de corte						Fecha:	6/8/2021						
N	Descripción	Cantidad	Tiempo (s)	Distancia (m)	Símbolo						Observaciones	Tipo de actividades		
												AV	NVAN	NVA
1	Transportar tela de la percha	-	03	8,30							Manual		x	
2	Transportar tela a la mesa	-	04	8,30							Manual		x	
3	Desenrollar tela	1	19	-							Manual		x	
4	Alistar molde espalda	-	06	-							Manual			x
5	Doblar tela en pares	1	28	-							Manual		x	
6	Moldear espalda	1	31	-							Manual			x
7	Cortar espaldas	1	46	-							C. Circular		x	
8	Ubicar molde y alistar molde manga	-	07	-							Manual			x
9	Doblar tela en pares	1	41	-							Manual		x	
10	Moldear manga	1	19	-							Manual			x
11	Cortar mangas	1	41	-							C. Circular		x	
12	Ubicar molde y alistar moldes piezas 1, 3, 5, 6 y 8	-	08	-							Manual			x
13	Doblar tela en lado derecho	1	29	-							Manual		x	
14	Moldear piezas 1, 3, 5, 6 y 8	1	113	-							Manual			x
15	Cortar piezas 1, 3, 5, 6 y 8	1	138	-							C. Circular		x	
16	Ubicar moldes y definir dimensión bolsillos	-	05	-							Manual			x
17	Doblar tela en pares	1	08	-							Manual		x	
18	Cortar bolsillos	1	16	-							C. Circular		x	

Tabla 29. Cursograma analítico del proceso de corte del código SDG_CH_36 (Continuación 1).

 CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE CORTE (OPERARIO)														
Empresa: EDY SANCHEZ SPORT				Diagrama Número: 1				Hoja Número 2 de 3						
Objeto:		Cortar las piezas del código SDG_CH_36						Operario:		1				
Actividad:		Cortar						Compuesto por:		Ana Sánchez				
Lugar:		Zona de corte						Fecha:		6/8/2021				
N	Descripción	Cantidad	Tiempo (s)	Distancia (m)	Símbolo						Observaciones	Tipo de actividades		
												AV	NVAN	NVA
19	Recoger tela	-	10	-							Manual		x	
20	Transportar tela de la percha	-	03	8,30							Manual		x	
21	Transportar tela a la mesa	-	03	8,30							Manual		x	
22	Desenrollar tela	1	14	-							Manual		x	
23	Alistar moldes piezas 2, 4 y 7	-	07	-							Manual			x
24	Doblar tela en lado derecho	1	24	-							Manual		x	
25	Moldear delantera piezas 2, 4 y 7	1	111	-							Manual			x
26	Cortar piezas 2, 4 y 7	1	140	-							C. Circular		x	
27	Ubicar moldes y definir dimensión cuello	-	20	-							Manual			x
28	Doblar tela en pares	1	29	-							Manual		x	
29	Moldear cuello	1	30	-							Manual			x
30	Cortar cuellos	1	28	-							C. Circular		x	
31	Alistar molde capucha	-	04	-							Manual			x
32	Doblar tela en pares	1	14	-							Manual		x	
33	Moldear capucha	1	32	-							Manual			x
34	Corte capuchas	1	45	-							C. Circular		x	
35	Ubicar moldes y definir dimensión blandices	-	04	-							Manual		x	
36	Doblar tela en pares	1	42	-							Manual			x

Tabla 29. Cursograma analítico del proceso de corte del código SDG_CH_36 (Continuación 2).

 CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE CORTE (OPERARIO)														
Empresa: EDY SANCHEZ SPORT				Diagrama Número: 1				Hoja Número 3 de 3						
Objeto:		Cortar las piezas del código SDG_CH_36						Operario:		1				
Actividad:		Cortar						Compuesto por:		Ana Sánchez				
Lugar:		Zona de corte						Fecha:		6/8/2021				
N	Descripción	Cantidad	Tiempo (s)	Distancia (m)	Simbolo						Observaciones	Tipo de actividades		
					●	●	➔	●	■	▼		AV	NVAN	NVA
37	Moldear blandices	1	18	-							Manual		x	
38	Cortar blandices	1	39	-							C. Circular		x	
39	Recoger tela	-	15	-							Manual		x	
40	Transportar tela a la percha	-	03	8,30							Manual		x	
41	Transportar piezas cortadas a la mesa	1	06	1,55							Manual		x	
42	Almacenar cortes para continuar con el proceso	-	-	-									x	
TOTAL		1	1204	43,05	33	2	6	0	0	1		0	28	14

3.9.2 Cursograma analítico del proceso de confección

La tabla 30 muestra el cursograma analítico del proceso de confección para elaboración del código SDG_CH_36, considerando a las actividades según correspondan como: operación, operación e inspección, transporte, espera, inspección o almacenaje.

Con los datos obtenidos en la tabla 30, se identificaron 74 actividades que no agregan valor, pero son necesarias (NVAN) con un tiempo de 2566 s, es decir que estas actividades consumen un 91.84% de tiempo del proceso de corte y 4 actividades que no agregan valor (NVA) con un tiempo de 228 s, es decir que estas actividades consumen un 8.16% de tiempo del proceso de confección. Las actividades se generan en un tiempo de 2794 s y una distancia recorrida de 76,58 metros, divididas en 45 operaciones con 2759 s, 32 transportes con 35 s y 1 almacenamiento.

Por medio de la ecuación 2, se determina la productividad del proceso de confección:

$$\text{Productividad} = \frac{2759}{2794} \text{ s}$$

$$\text{Productividad} = 0,9874 \approx 98,74\%$$

De los 2794 s el 98,74% del tiempo es utilizado para el proceso de confección y el 1,26% del tiempo sobrante es utilizado para traslado del operario.

Tabla 30. Cursograma analítico del proceso de confección del código SDG_CH_36.

N		Descripción	Cantidad	Tiempo (s)	Distancia (m)	Símbolo						Observaciones	Tipo de actividades		
						●	●	➔	●	■	▼		AV	NVAN	NVA
1		Transportar cortes	1	02	8,87							Manual		x	
2		Transportar a máquina overlock	-	02	7,01							Manual		x	
3		Ordenar piezas para coser	-	16	-							Manual		x	
4		Preparar máquina overlock	-	16	-							Manual		x	
5		Coser delantera pieza 1 y 2	1	47	-							M. Overlock		x	
6		Coser delantera pieza 2 y 3	1	31	-							M. Overlock		x	
7		Coser delantera pieza 3 y 4	1	27	-							M. Overlock		x	
8		Coser delantera pieza 4 y 5	1	18	-							M. Overlock		x	
9		Transportar piezas cosidas	1	01	1,87							Manual		x	
10		Transportar a máquina overlock	-	01	1,87							Manual		x	
11		Preparar máquina recta	-	09	-							Manual		x	
12		Pespuntear delantera pieza 1 y 2	1	27	-							M. Recta		x	
13		Pespuntear delantera pieza 2 y 3	1	29	-							M. Recta		x	
14		Pespuntear delantera pieza 3 y 4	1	36	-							M. Recta		x	
15		Pespuntear delantera pieza 4 y 5	1	16	-							M. Recta		x	
16		Transportar piezas cosidas	1	01	1,87							Manual		x	
17		Transportar a máquina recta	-	01	1,87							Manual		x	
18		Recortar pieza 6, 7 y 8	1	29	-							Manual			x
19		Coser delantera pieza 6 y 7	1	15	-							M. Overlock		x	
20		Coser delantera pieza 7 y 8	1	21	-							M. Overlock		x	

Tabla 30. Cursograma analítico del proceso de confección del código SDG_CH_36 (Continuación 1).

 CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE CONFECCIÓN (OPERARIO)														
Empresa: EDY SANCHEZ SPORT				Diagrama Número: 2				Hoja Número 2 de 4						
Objeto:	Elaborar la prenda del código SDG_CH_36						Operarios:	2						
Actividad:	Confección						Compuesto por:	Ana Sánchez						
Lugar:	Zona de confección						Fecha:	11/8/2021						
N	Descripción	Cantidad	Tiempo (s)	Distancia (m)	Símbolo					Observaciones	Tipo de actividades			
												AV	NVAN	NVA
21	Transportar piezas cosidas	1	01	1,87							Manual		x	
22	Transportar a máquina overlock	-	01	1,87							Manual		x	
23	Pespuntear delantera pieza 6 y 7	1	18	-							M. Recta		x	
24	Pespuntear delantera pieza 7 y 8	1	15	-							M. Recta		x	
25	Transportar piezas cosidas	1	01	1,87							Manual		x	
26	Transportar a máquina recta	-	01	1,87							Manual		x	
27	Coser delantera pieza 4 y 6	1	35	-							M. Overlock		x	
28	Transportar piezas cosidas	1	01	1,87							Manual		x	
29	Transportar a máquina overlock	-	01	1,87							Manual		x	
30	Pespuntear delantera pieza 4 y 6	1	28	-							M. Recta		x	
31	Transportar piezas cosidas	1	01	1,87							Manual		x	
32	Transportar a máquina recta	-	01	1,87							Manual		x	
33	Preparar máquina overlock	1	16	-							Manual		x	
34	Armar capucha	1	21	-							M. Overlock		x	
35	Transportar piezas cosidas	1	01	1,87							Manual		x	
36	Transportar a máquina overlock	-	01	1,87							Manual		x	
37	Pespuntear capucha	1	26	-							M. Recta		x	
38	Transportar a la máquina recubridora	-	01	1,02							Manual		x	
39	Preparar máquina recubridora	-	23	-							Manual		x	
40	Recubrir capucha	1	38	-							M. Recubridora		x	

Tabla 30. Cursograma analítico del proceso de confección del código SDG_CH_36 (Continuación 2).

		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE CONFECCIÓN (OPERARIO)												
Empresa: EDY SANCHEZ SPORT				Diagrama Número: 2				Hoja Número 3 de 4						
Objeto:		Elaborar la prenda del código SDG_CH_36						Operarios:		2				
Actividad:		Confección						Compuesto por:		Ana Sánchez				
Lugar:		Zona de confección						Fecha:		11/8/2021				
N	Descripción	Cantidad	Tiempo (s)	Distancia (m)	Simbolo						Observaciones	Tipo de actividades		
												AV	NVAN	NVA
41	Transportar piezas cosidas	1	01	1,87							Manual		x	
42	Transportar a la máquina recta	-	01	1,87							Manual		x	
43	Preparar máquina overlock	1	16	-							Manual		x	
44	Coser hombros	1	33	-							M. Overlock		x	
45	Recortar sobrante delantera	1	106	-							Manual			x
46	Transportar piezas cosidas	1	01	1,87							Manual		x	
47	Transportar a máquina overlock	-	01	1,87							Manual		x	
48	Preparar máquina recta	-	11	-							Manual		x	
49	Pespuntear hombros	1	30	-							M. Recta		x	
50	Armar bolsillo	1	348	-							M. Recta		x	
51	Transportar piezas cosidas	1	01	1,87							Manual		x	
52	Transportar a máquina recta	-	01	1,87							Manual		x	
53	Recortar blandices y escotar	1	68	-							Manual			x
54	Preparar máquina overlock	-	15	-							Manual		x	
55	Coser blandices y cuello	1	60	-							M. Overlock		x	
56	Coser chompa, cuello y capucha	1	187	-							M. Overlock		x	
57	Transportar piezas cosidas	1	01	1,87							Manual		x	
58	Transportar a máquina overlock	-	01	1,87							Manual		x	
59	Preparar máquina recta	-	16	-							Manual		x	
60	Coser y pesuntear cierre	1	665	-							M. Recta		x	

Tabla 30. Cursograma analítico del proceso de confección del código SDG_CH_36 (Continuación 3).

		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE CONFECCIÓN (OPERARIO)												
Empresa: EDY SANCHEZ SPORT				Diagrama Número: 2				Hoja Número 4 de 4						
Objeto:		Elaborar la prenda del código SDG_CH_36						Operarios:		2				
Actividad:		Confección						Compuesto por:		Ana Sánchez				
Lugar:		Zona de confección						Fecha:		11/8/2021				
N	Descripción	Cantidad	Tiempo (s)	Distancia (m)	Símbolo						Observaciones	Tipo de actividades		
					●	●	➔	●	■	▼		AV	NVAN	NVA
61	Pespuntear cuello	1	32	-	●	●	➔	●	■	▼	M. Recta		x	
62	Transportar piezas cosidas	1	01	1,87							Manual		x	
63	Transportar a máquina recta	-	01	1,87							Manual		x	
64	Preparar máquina overlock	-	16	-							Manual		x	
65	Coser mangas	1	103	-							M. Overlock		x	
66	Transportar piezas cosidas	1	01	1,87							Manual		x	
67	Transportar a máquina overlock	-	01	1,87							Manual		x	
68	Preparar máquina recta	-	16	-							Manual		x	
69	Pespuntear mangas	1	69	-							M. Recta		x	
70	Transportar piezas cosidas	1	01	1,87							Manual		x	
71	Transportar a máquina recta	-	01	1,87							Manual		x	
72	Coser aumentos y dar forma al bolsillo	1	134	-							M. Overlock		x	
73	Cerrar chompa	1	100	-							M. Overlock		x	
74	Recortar puños y faja	1	25	-							Manual			x
75	Coser puños	1	55	-							Manual		x	
76	Coser faja	1	94	-							M. Overlock		x	
77	Transportar prendas terminadas	1	02	7,32							M. Overlock		x	
78	Almacenar cortes para continuar con el proceso	-	-	-									x	
TOTAL		1	2794	76,58	45	0	32	0	0	1			74	4

3.9.3 Cursograma analítico del proceso de empaque

La tabla 31 muestra el cursograma analítico del proceso de empaque del código SDG_CH_36, considerando a las actividades según correspondan como: operación, operación e inspección, transporte, espera, inspección o almacenaje.

Con los datos obtenidos en la tabla 31, se identificaron 16 actividades que no agregan valor, pero son necesarias (NVAN) con un tiempo de 149 s y una distancia recorrida de 46,72 metros, divididas en 7 operaciones con 106 s, 1 operación e inspección con 24 s, 6 transportes con 19 s, 1 espera y 1 almacenamiento.

Por medio de la ecuación 2, se determina la productividad del proceso de empaque:

$$\text{Productividad} = \frac{106}{149} \text{ s}$$

$$\text{Productividad} = 0,7114 \approx 71,14\%$$

De los 149 s el 71,14% del tiempo es utilizado para el proceso de empaque y el 28,86% del tiempo sobrante es utilizado para traslado del operario.

Tabla 31. Cursograma analítico del proceso de empaque del código SDG_CH_36.

		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE EMPAQUE (OPERARIO)												
Empresa: EDY SANCHEZ SPORT			Diagrama Número: 3					Hoja Número 1 de 1						
Objeto:	Empacar la prenda del código SDG_CH_36						Operario:	1						
Actividad:	Empacar						Compuesto por:	Ana Sánchez						
Lugar:	Zona de despacho						Fecha:	13/8/2021						
N	Descripción	Cantidad	Tiempo (s)	Distancia (m)	Símbolo						Observaciones	Tipo de actividades		
												AV	NVAN	NVA
1	Transportar prenda terminada	1	04	-							Manual		x	
2	Transportar a zona de despacho	-	04	13,98							Manual		x	
3	Contar y alistar el producto	1	04	-							Manual		x	
4	Anotar en inventario	1	02	-							Manual		x	
5	Transportar al bordador	-	03	8,08							Manual		x	
6	Bordar	-	-	-									x	
7	Recepción de producto terminado	1	03	8,08							Manual		x	
8	Transportar a zona de despacho	-	03	8,08							Manual		x	
9	Cortar hilos	1	45	-							Manual		x	
10	Doblar	1	24	-							Manual		x	
11	Empacar	1	44	-							Manual		x	
12	Contar	1	04	-							Manual		x	
13	Anotar en inventario	1	02	-							Manual		x	
14	Transportar a la bodega	-	02	8,50							Manual		x	
15	Ubicar en la percha	1	03	-							Manual		x	
16	Almacenar el producto para la venta	-	-	-									x	
TOTAL		1	149	46,72	7	1	6	1	0	1			16	

3.10 Diagrama de recorridos para producción del código SDG_CH_36

3.10.1 Diagrama de recorridos proceso actual

En base al anexo 2 en el cual se puede visualizar la distribución de las zonas de la empresa, en el anexo 3 y en la tabla 32 se detallan los recorridos generados en el proceso actual de corte, confección y empaque.

Tabla 32. Recorridos generados en el proceso actual de corte, confección y empaque

TRANSPORTE		DESCRIPCIÓN
1		Transporte del cortador, desde la mesa de corte a la percha
2		Transporte del cortador, desde la percha a la mesa de corte
3		Transporte del cortador, desde la mesa de corte a la mesa de cortes terminados
4		Transporte del operario 2, desde la máquina overlock 1 a la mesa de cortes terminados
5		Transporte del operario 2, desde la mesa de cortes terminados a la máquina overlock 1
6		Transporte del operario 2, desde la máquina overlock 1 a la máquina recta 1
7		Transporte del operario 2, desde la máquina recta 1 a la máquina overlock 1
8		Transporte del operario 3, desde la máquina recta 1 a la máquina recubridora 1
9		Transporte del operario 3, desde la máquina recubridora 1 a la máquina recta 1
10		Transporte del operario 3, desde la máquina recta 1 a la máquina overlock 1
11		Transporte del operario 3, desde la máquina overlock 1 a la máquina recta 1
12		Transporte del operario 2, desde la máquina overlock 1 a la mesa de producto terminado
13		Transporte del operario 1, desde la zona de despacho a la mesa de producto terminado
14		Transporte del operario 1, desde la mesa de producto terminado a la zona de despacho
15		Transporte de ida del operario 1 en la zona de despacho
16		Transporte de ida del operario 1 en la zona de despacho
17		Transporte de ida del operario 1 en la zona de almacenaje 2

3.11 Fases del proceso de corte, confección y empaque

Según los datos obtenidos del estudio de tiempos, se detalla el TS de las actividades que realizan los operarios en las diferentes máquinas (cortadora, overlock, recta o

recubridora), además del modo de operación (manual) del proceso, mismo que se divide en 4 fases del proceso de corte, 15 fases del proceso de confección y 2 fases del proceso de empaque, como se indican en las tablas 33, 34 y 35, respectivamente. Con un total de 21 fases agrupando los tiempos de las actividades que se repiten durante cada proceso.

Se considera: tiempo de operación manual del cortador o de los operarios (TOM Ct o TOM O#), tiempo de la actividad que no agrega valor de los operarios (TANV O#), tiempo de operación máquina cortadora del cortador o de los operarios (TOMC Ct o TOMC O#), tiempo de operación de la máquina overlock de los operarios (TOMO O#), tiempo de operación de la máquina recta de los operarios (TOMR O#), tiempo de operación de la máquina recubridora (TOMRd O#).

Tabla 33. Tiempo estándar total de cada actividad del proceso de corte del código SDG_CH_36.

FASE 1		FASE 2		FASE 3		FASE 4	
Actividad	TS (s)	Actividad	TS (s)	Actividad	TS (s)	Actividad	TS (s)
Desenrollar tela	33	Moldear	414	Doblar tela	214	Cortar	494
TOM Ct	33	TOM Ct	414	TOM Ct	214	Recoger tela	25
						TOMC Ct	519
TS FASE	33	TS FASE	414	TS FASE	214	TS FASE	519

Tabla 34. Tiempo estándar total de cada actividad del proceso de confección del código SDG_CH_36.

FASE 1		FASE 2		FASE 3	
Actividad	TS (s)	Actividad	TS (s)	Actividad	TS (s)
Ordenar piezas para cocer	16	Recortar pieza 6, 7 y 8	29	Pespuntear delantera pieza 6-8	33
Preparar máquina overlock	16	TANV O2	29	TOMR O3	33
Coser delantera pieza 1-5	124	Coser delantera pieza 6-8	37		
TOMO O2	156	TOMO O2	37		
		Preparar máquina recta	09		
		Pespuntear delantera pieza 1-5	108		
		TOMR O3	117		
TS FASE	156	TS FASE	183	TS FASE	33

Tabla 34. Tiempo estándar total de cada actividad del proceso de confección del código SDG_CH_36 (Continuación 1)

FASE 4		FASE 5		FASE 6	
Actividad	TS (s)	Actividad	TS (s)	Actividad	TS (s)
Coser delantera pieza 4 y 6	35	Preparar máquina overlock	16	Recortar sobrante delantero	106
TOMO O2	35	Armar capucha	21	TANV O2	106
		TOMO O2	37	Preparar máquina overlock	16
		Pespuntear delantera pieza 4 y 6	28	Coser hombros	33
		TOMR O3	28	TOMO O2	49
				Pespuntear capucha	26
				TOMR O3	26
				Preparar máquina recubridora	23
				Recubrir capucha	38
				TOMRd O3	61
TS FASE	35	TS FASE	65	TS FASE	241

Tabla 34. Tiempo estándar total de cada actividad del proceso de confección del código SDG_CH_36 (Continuación 2)

FASE 7		FASE 8		FASE 9	
Actividad	TS (s)	Actividad	TS (s)	Actividad	TS (s)
Recortar blandices y escotar	68	Preparar máquina overlock	15	Coser chompa, cuello y capucha	187
TANV O2	68	Coser blandices y cuello	60	TOMO O2	187
Preparar máquina recta	11	TOMO O2	75		
Pespuntear hombros	30				
Armar bolsillo	348				
TOMR O3	389				
TS FASE	457	TS FASE	75	TS FASE	187

Tabla 34. Tiempo estándar total de cada actividad del proceso de confección del código SDG_CH_36 (Continuación 3)

FASE 10		FASE 11		FASE 12	
Actividad	TS (s)	Actividad	TS (s)	Actividad	TS (s)
Preparar máquina recta	16	Preparar máquina overlock	16	Preparar máquina recta	16
Coser y pesuntear cierre	665	Coser mangas	103	Pespuntear mangas	69
Pespuntear cuello	32	TOMO O2	119	TOMR O3	85
TOMR O3	713				
TS FASE	713	TS FASE	119	TS FASE	85

Tabla 34. Tiempo estándar total de cada actividad del proceso de confección del código SDG_CH_36 (Continuación 4)

FASE 13		FASE 14		FASE 15	
Actividad	TS (s)	Actividad	TS (s)	Actividad	TS (s)
Coser aumentos y dar forma al bolsillo	134	Cerrar chompa	100	Recortar puños y faja	25
TOMO O2	134	TOMO O2	100	TANV O2	25
				Coser puños y faja	149
				TOMO O2	149
TS FASE	134	TS FASE	100	TS FASE	174

Tabla 35. Tiempo estándar total de cada actividad del proceso de empaque del código SDG_CH_36.

FASE 1		FASE 2	
Actividad	TS (s)	Actividad	TS (s)
Contar y alistar el producto	4	Cortar hilos	45
Anotar en inventario	2	Doblar	24
TOM O1	6	Empacar	44
		Contar	4
		Anotar en inventario	2
		TOM O1	120
TS FASE	6	TS FASE	120

En base a las tablas 29, 30 y 31, se observa que el TS del proceso actual es de 19,67 min en el proceso de corte, 45,95 min en el proceso de confección y 02,10 min en el proceso de empaque. Generando un TS por unidad de 67,72 min (1,13 horas) para el código SDG_CH_36. En la figura 44, se detalla el TS de las fases del proceso actual del código SDG_CH_36.

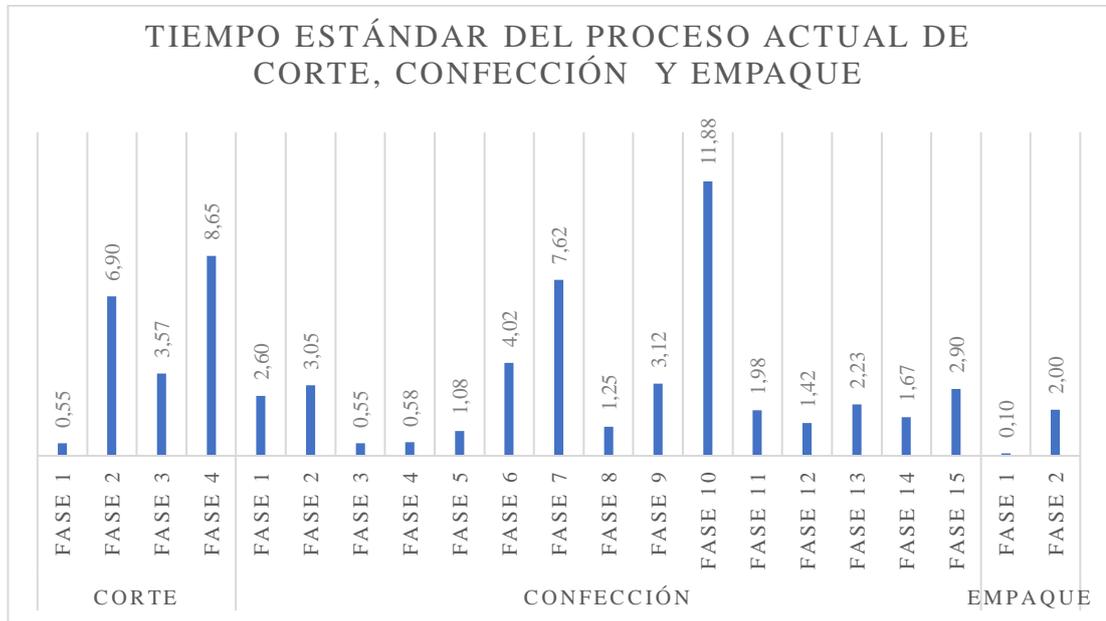


Figura 44. Tiempo estándar de las fases del proceso actual de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36.

El TS de operación de los trabajadores en el proceso actual de corte, confección y empaque es de 19,67 min para el cortador, 21,77 min para el operario 2, 24,22 min para el operario 3 y 2,10 min para el operario 1, como se observa en la figura 45.

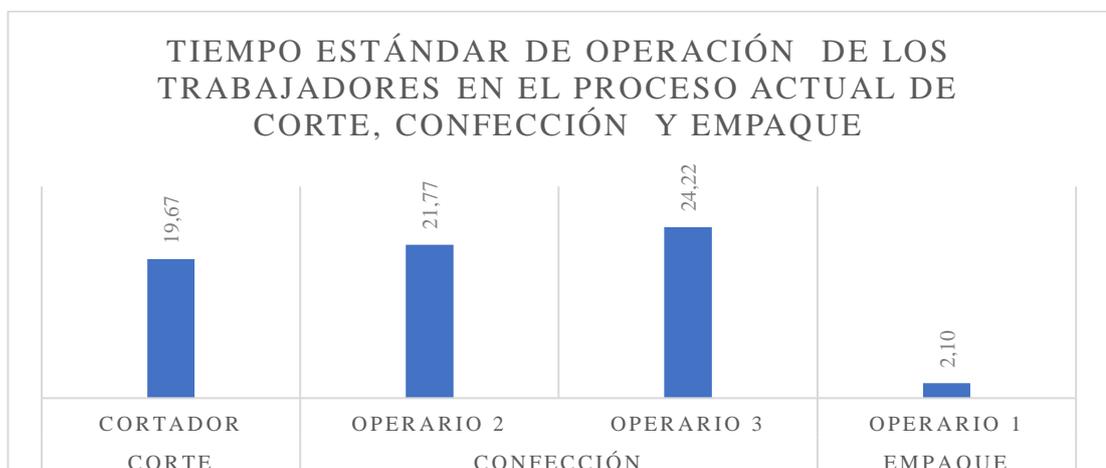


Figura 45. Tiempo estándar de operación de los trabajadores en el proceso actual de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36.

3.12 Aplicación del algoritmo DBR para el mejoramiento de la producción y la operación de la empresa.

3.12.1 Paso 1: Identificar la actividad que limite el proceso

Se puede anunciar que existen restricciones físicas, debido a que las actividades que se procesan por los trabajadores en la máquina cortadora, recta, overlock o recubridora son las que consumen mayor tiempo del proceso.

En base a la figura 44, se identificó que las actividades que limitan el proceso actual se encuentran en la fase 10 del proceso de confección, realizadas por el operario 3, en la cual intervienen las actividades: preparar máquina, coser cierre, respuntar cierre y cuello con un TS de operación por una unidad de 11,88 min.

3.12.2 Paso 2: Explotar la restricción determinada

Para gestionar la acción que limita el proceso se propone agregar personal en las actividades de la máquina que se considere necesaria para disminuir el tiempo de operación e incrementar la producción. Esto generaría un gasto de salario básico mensual de \$ 446,00 a la empresa por contratación de un nuevo operario (operario 4).

Se recomienda asignar al operario 3 (TOMR O3) y operario 4 (TOMR O4) las actividades: preparar máquina, coser cierre, respuntar cierre y cuello, disminuir la actividad con el tiempo más alto dentro de la fase 10 del proceso de confección denominado tiempo promedio de la fase (TPf), debido a que los 2 operarios realizan las mismas actividades en 11,88 min y permiten el ingreso de material cada 5,94 min en la fase.

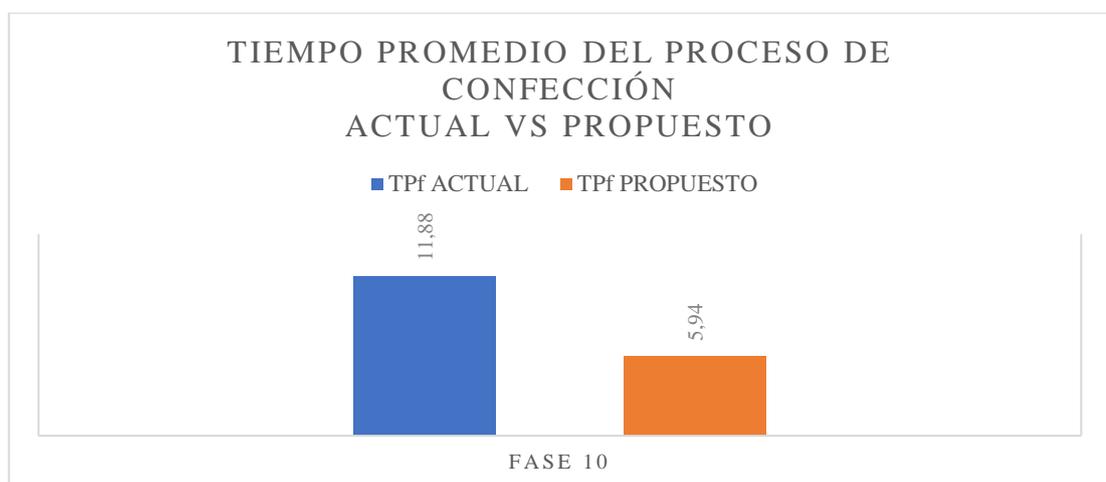


Figura 46. Tiempo promedio de las fases 10 del proceso de confección actual vs propuesto.

Se observa que existen ANV relacionadas al proceso de corte, por lo que se recomienda estandarizar los moldes de las piezas que conforman la prenda, esto no incrementaría el tiempo en el proceso de corte ya que sería una actividad externa al proceso y se realizaría una vez, hasta lograr que los moldes tengan las dimensiones correctas, permitiendo que en el proceso de corte se generen piezas acorde a las dimensiones del diseño y encajen correctamente sin la necesidad de recortar el exceso de tela en el proceso de confección, disminuyendo el tiempo de operación de las fases 2, 6 y 7 del proceso de confección.

Se elimina el TANV del proceso de confección realizadas por el operario 2: recortar pieza 6, 7 y 8 en la fase 2, recorte sobrante delantera en la fase 6, recorte blandeces y escotar de la fase 7, disminuyendo el TS de 3,05 min a 2,57 min en la fase 2, de 4,02 min a 2,27 min en la fase 6 y de 7,62 min a 6,48 min en la fase 7 como se observa en la figura 47.

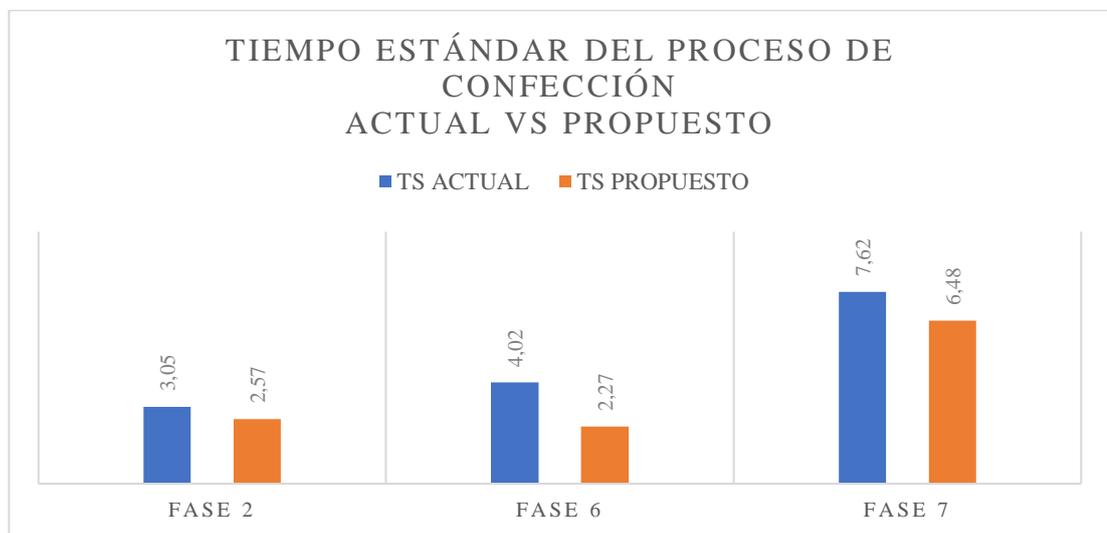


Figura 47. Tiempo estándar de la fase 2, 6 y 7 del proceso de confección actual vs propuesto.

Aun teniendo recursos iguales en cada fase, se recomienda nivelar las actividades de los trabajadores, se propone asignar al cortador (TOM Ct) y operario 1 (TOM O1) en las fases 1, 2, 3 y 4 del proceso de corte, las actividades: desenrollar, doblar, moldear y cortar, con el fin de disminuir el TPf de 0,55 min hasta 0,28 min en la fase 1, de 6,90 min hasta 3,45 min en la fase 2, de 3,57 min hasta 1,78 min en la fase 3 y de 8,65 min hasta 4,33 min en la fase 4 como se observa en la figura 48.

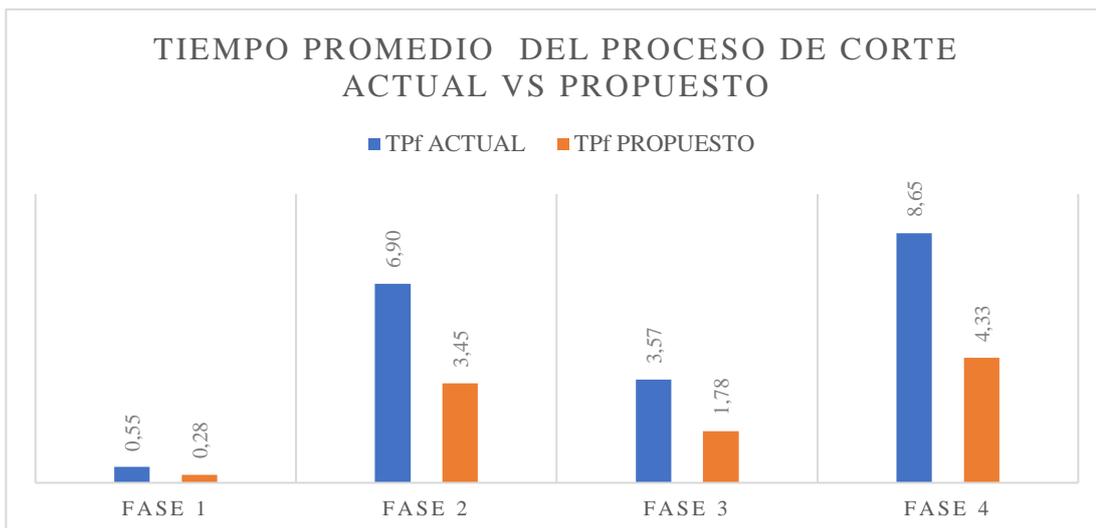


Figura 48. Tiempo promedio de las fases 1, 2, 3 y 4 del proceso de corte actual vs propuesto.

Se propone asignar al operario 3 (TOMR O3) y operario 4 (TOMR O4) la actividad: respunpear delantera pieza 1-5 de la fase 2 del proceso de confección, y al operario 2 (TOMR O2) y operario 4 (TOMR O4) las actividades: respunpear hombros y armar bolsillos de la fase 7 del proceso de confección con el fin de disminuir el TPf de 1,95 min a 0,98 min en la fase 2, y de 6,48 min a 3,24 min en la fase 7 del proceso de confección como se observa en la figura 49. Finalmente, para la fase 5 del proceso de confección se propone asignar al operario 2 (TOMR O2) y operario 4 (TOMR O4) la actividad: respunpear delantera pieza 4 y 6.

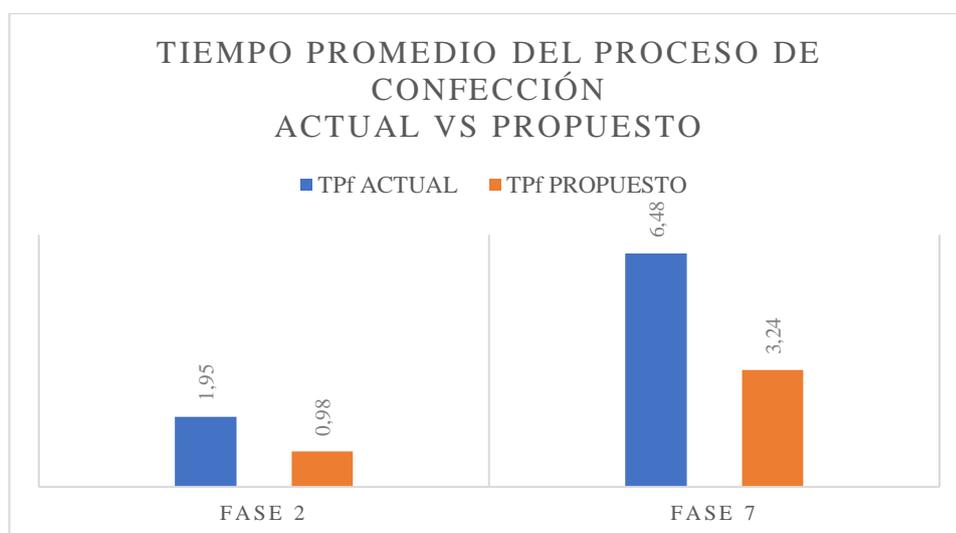


Figura 49. Tiempo promedio de las fases 2, 5 y 7 del proceso de confección actual vs propuesto.

Se propone asignar al operario 2 (TOMO O2) y operario 3 (TOMO O3) las actividades: coser chompa, cuello y capucha, respunpear mangas, cerrar chompa, recortar y coser

puños y faja de las fases 9, 12, 14 y 15 del proceso de confección con el fin de disminuir el TPf de 3,12 min a 1,56 min, de 1,42 min a 0,71 min, de 1,67 min a 0,83 min y de 2,90 min a 1,45 min, respectivamente. Asignar al operario 3 (TOMO O3) y operario 4 (TOMO O4) las actividades: coser cierres y respuntar cierre y cuello de la fase 10 del proceso de confección con el fin de disminuir el TPf de 11,88 min a 5,94 min. Y asignar al operario 2 (TOMO O2) y operario 4 (TOMO O4) las actividades: coser mangas, coser aumentos y bolsillo de las fases 11 y 13 del proceso de confección con el fin de disminuir el TPf de 1,98 min a 0,99 min y de 2,23 min a 1,12 min, respectivamente como se observa en la figura 50.

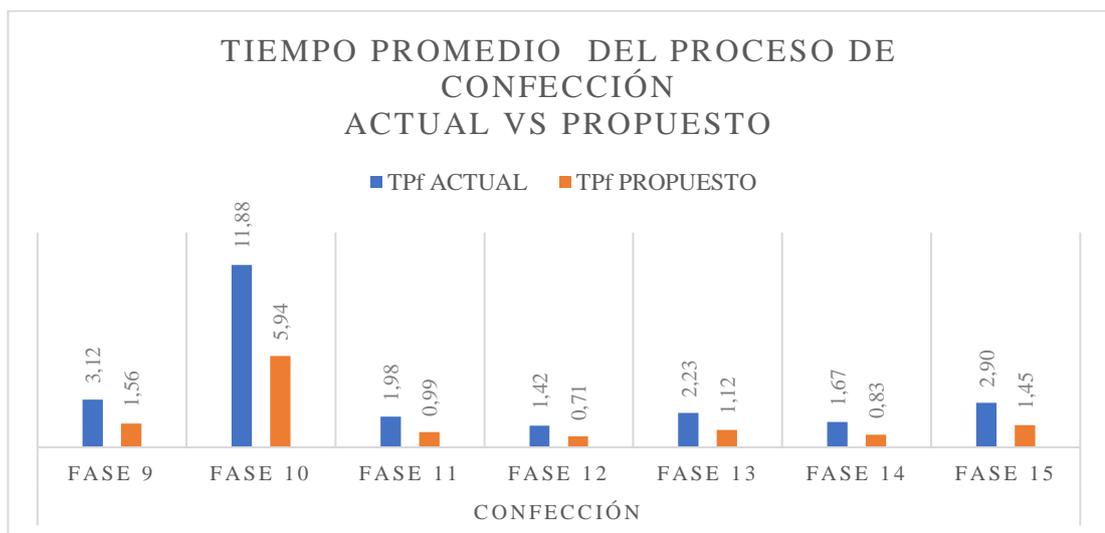


Figura 50. Tiempo promedio de las fases 9, 11, 13, 14 y 15 del proceso de confección actual vs propuesto.

Además, se observa que el TS de las actividades asignadas de los operarios no es el mismo en cada fase por lo que se recomienda asignar los transportes al operario de la máquina con menos TS. Se propone, asignar al operario 4 colocar las piezas cortas directamente en la máquina overlock 1, eliminando el transporte del operario 2 en el proceso de confección.

Con las mejoras efectuadas el TS varía en las fases 2, 6 y 7 del proceso de confección como se observa en la figura 51.

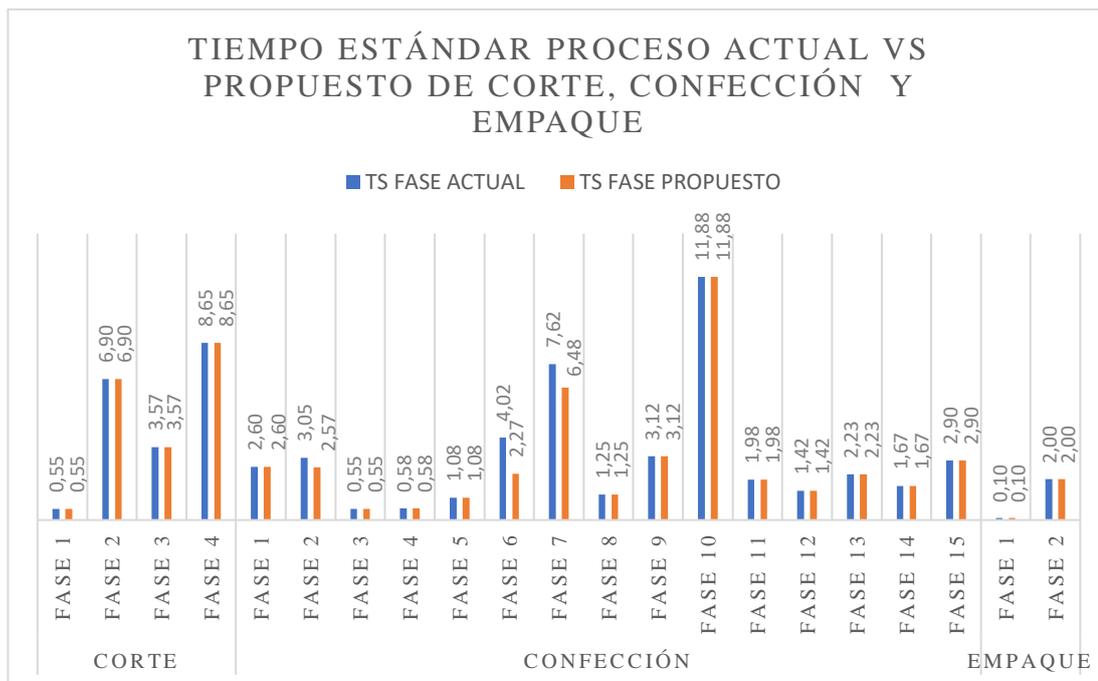


Figura 51. Tiempo estándar de las fases del proceso actual vs propuesto de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36.

También, el TPf varía en las fases 1, 2, 3 y 4 del proceso de corte, y en las fases 2, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15 del proceso de confección como se observa en la figura 52.

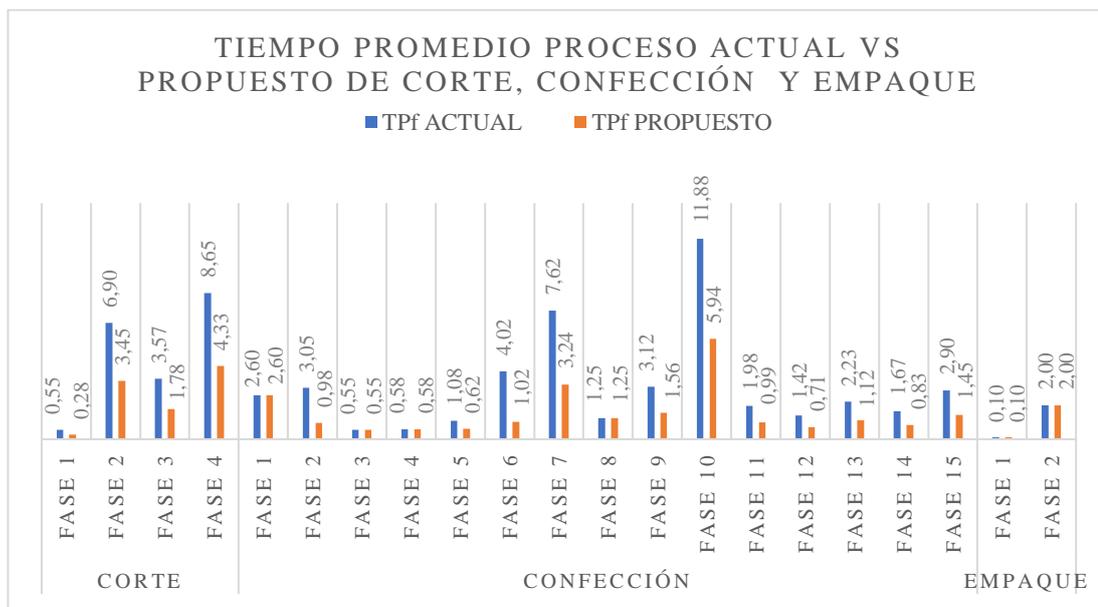


Figura 52. Tiempo promedio de las fases del proceso actual vs propuesto de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36.

Finalmente, se puede observar que el TS del proceso propuesto disminuye de 45,95 min a 42,58 min en el proceso de confección, pero se mantiene el TS de 19,70 min en

el proceso de corte y de 2,10 min en el proceso de empaque. Generando que el TS por unidad pase de 67,72 min (1,13 horas) a 64,35 min (1,07 horas) para el código SDG_CH_36. Al mismo tiempo, el TPf del proceso propuesto disminuye de 19,70 min a 9,83 min en el proceso de corte y de 41 min a 23,43 min en el proceso de confección, pero se mantiene el TPf de 2,10 min en el proceso de empaque como se observa en la figura 53.

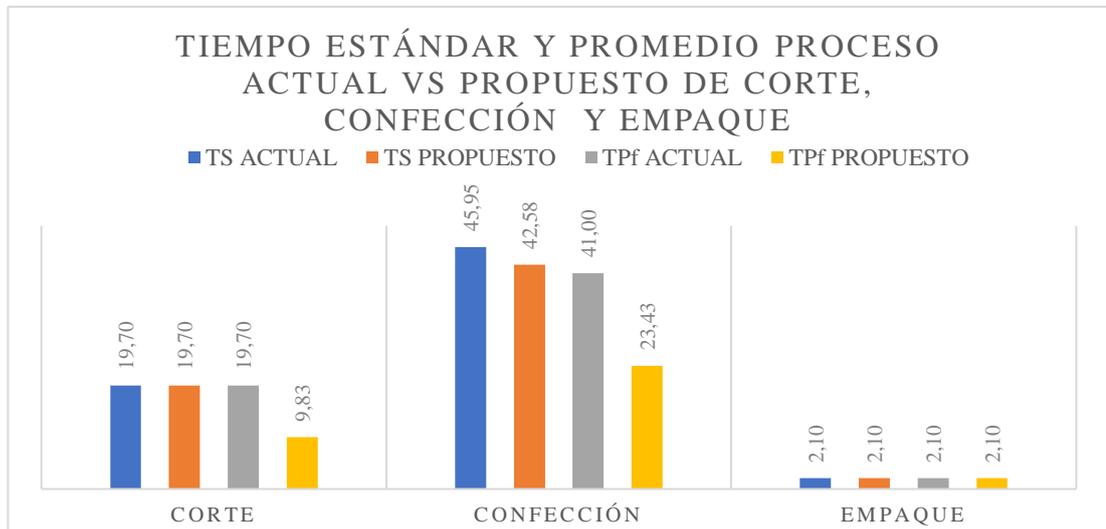


Figura 53. Tiempo estándar y promedio del proceso actual vs propuesto de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36.

Igualmente, el TS de operación de los trabajadores en el proceso propuesto se mantiene de 19,67 min para el cortador y se genera un tiempo de 19,67 min para el operario 1 en el proceso de corte. En el proceso de confección el TS aumenta de 21,77 min a 26,28 min para el operario 2, de 24,22 min a 25,00 min para el operario 3 y se genera un tiempo de 25 min para el operario 4, pero el TS del operario 1 en el proceso de empaque se mantiene en 2,10 min como se observa en la figura 54.

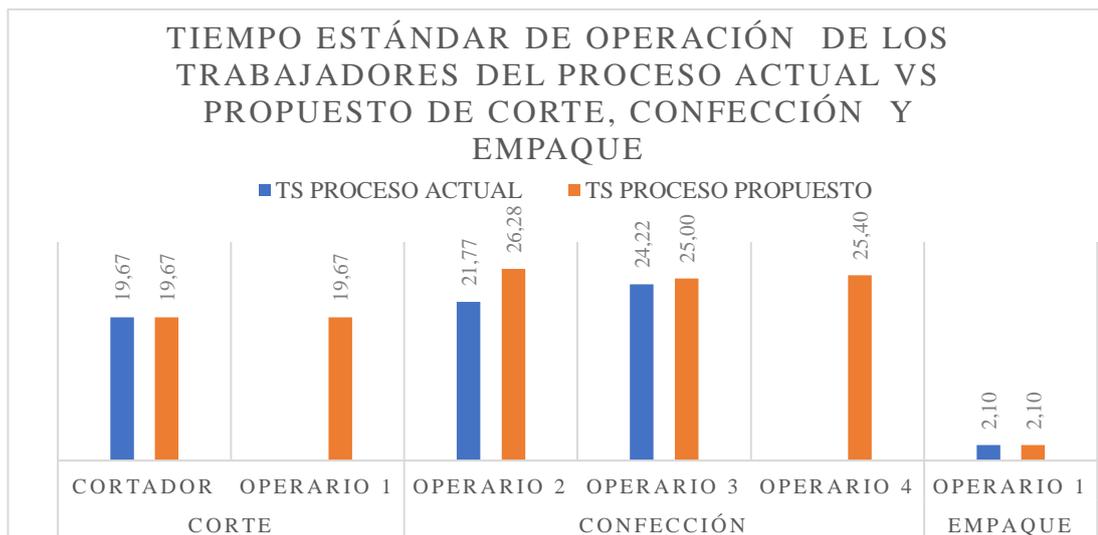


Figura 54. Tiempo estándar de operación de los trabajadores del proceso actual vs propuesto de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36.

3.10.2 Diagrama de recorridos proceso propuesto

En base al anexo 2 en el cual se puede visualizar la distribución de las zonas de la empresa, en el anexo 4 y en la tabla 36 se detallan los recorridos que se generarían en el proceso propuesto de corte, confección y empaque.

Tabla 36. Recorridos generados en el proceso propuesto de corte, confección y empaque

TRANSPORTE	DESCRIPCIÓN
1 	Transporte del cortador, desde la mesa de corte a la percha
2 	Transporte del cortador, desde la percha a la mesa de corte
3 	Transporte del operario 4, desde la mesa de corte a la mesa de cortes terminados
4 	Transporte del operario 2, desde la máquina overlock 1 a la máquina recta 1
5 	Transporte del operario 2, desde la máquina recta 1 a la máquina overlock 1
6 	Transporte del operario 3, desde la máquina recta 1 a la máquina recubridora 1
7 	Transporte del operario 3, desde la máquina recubridora 1 a la máquina recta 1
8 	Transporte del operario 4, desde la máquina overlock 2 a la máquina recta 2
9 	Transporte del operario 4, desde la máquina recta 2 a la máquina overlock 2
10 	Transporte del operario 3, desde la máquina recta 1 a la máquina overlock 1

Tabla 36. Recorridos generados en el proceso propuesto de corte, confección y empaque (Continuación 1)

TRANSPORTE		DESCRIPCIÓN
11		Transporte del operario 3, desde la máquina overlock 1 a la máquina recta 1
12		Transporte del operario 4, desde la máquina overlock 1 a la mesa de producto terminado
13		Transporte del operario 1, desde la zona de despacho a la mesa de producto terminado
14		Transporte del operario 1, desde la mesa de producto terminado a la zona de despacho
15		Transporte de ida del operario 1 en la zona de despacho
16		Transporte de ida del operario 1 en la zona de despacho
17		Transporte de ida del operario 1 en la zona de almacenaje 2

3.12.3 Paso 3: Subordinación de todas las actividades en función del cuello de botella

En base a la metodología TOC el ritmo de producción conocido como tambor es la actividad que limita el proceso, igualando los recursos en las fases del proceso y el tiempo de operación de los trabajadores, se busca el flujo continuo del proceso. Mediante la simulación se subordinó las fases 1, 2, 3 y 4 del proceso de corte, y las fases 2, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15 del proceso de confección, dividiendo sus actividades para dos operarios evitando el inventario en proceso y asegurado un flujo de materia prima continuo entre las fases, se eliminó el transporte del cortador, desde la mesa de corte a la mesa de cortes terminados y el transporte del operario 2, desde la máquina overlock 1 a la mesa de cortes terminados.

Se considera para la simulación del proceso actual:

- Simulación de un lote de 50 unidades, procesamiento por lotes de 50 unidades en cada fase.
- En base al modelo diseñado en FlexSim como se observa en las figuras 55, se realiza el diseño del proceso actual del código SDG_CH_36 como se observa en la figura 56.
- Para el modelo diseñado en FlexSim en la tabla 37 se detalla el proceso, actividad, la fase, el recurso, función y tiempo que se programa en el recurso sumando el

tiempo de operación y el tiempo de transporte de los trabajadores en cada fase del proceso, en base a las tablas 33, 34 y 35.

Se considera para la simulación del proceso propuesto:

- Simulación de un lote de 50 unidades, procesamiento por lotes de 50 unidades en cada fase.
- En base al modelo diseñado en FlexSim como se observa en las figuras 55, se realiza el diseño del proceso propuesto del código SDG_CH_36 como se observa en la figura 57.
- Para el modelo diseñado en FlexSim en la tabla 38 se detalla el proceso, actividad, la fase, el recurso, función y tiempo que se programa en el recurso sumando el tiempo de operación y el tiempo de transporte de los trabajadores de cada fase del proceso, en base a las mejoras sugeridas del paso 2 de la metodología TOC.

Indicadores que miden el proceso:

- Productividad en cada proceso.
- Utilización de los operarios en cada proceso

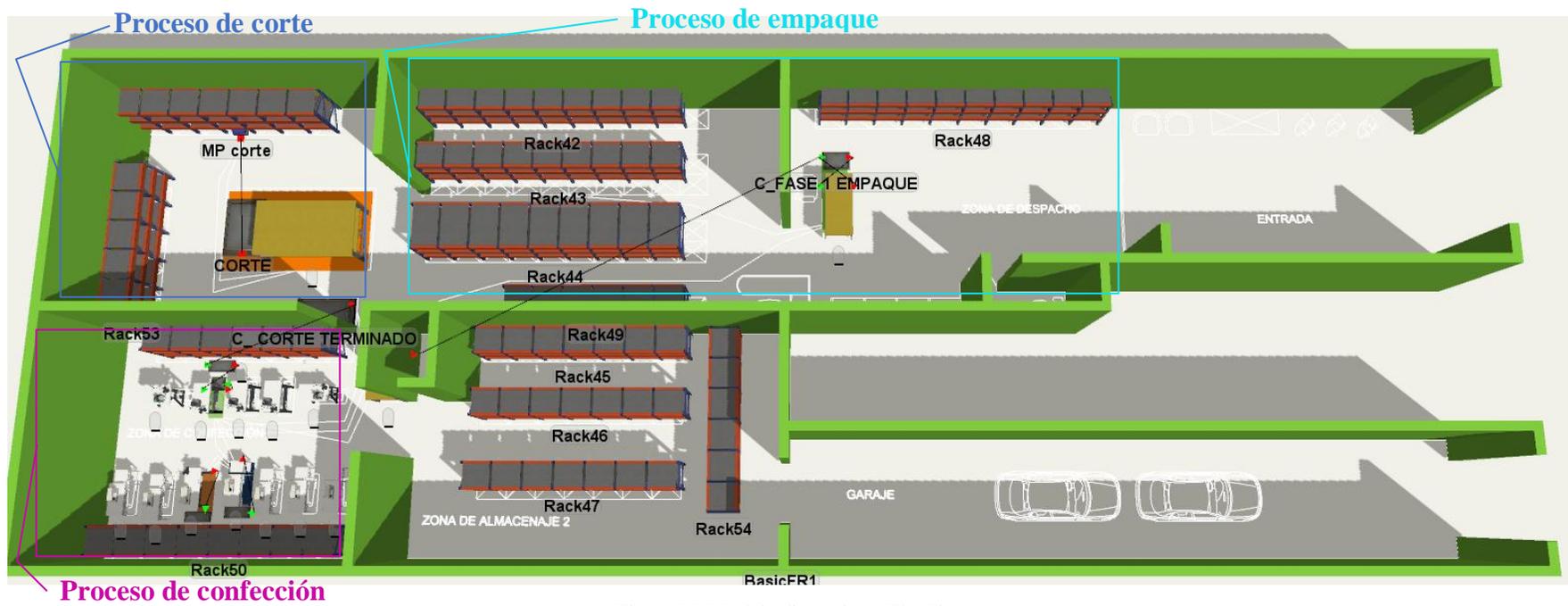


Figura 55. Modelo diseñado en FlexSim

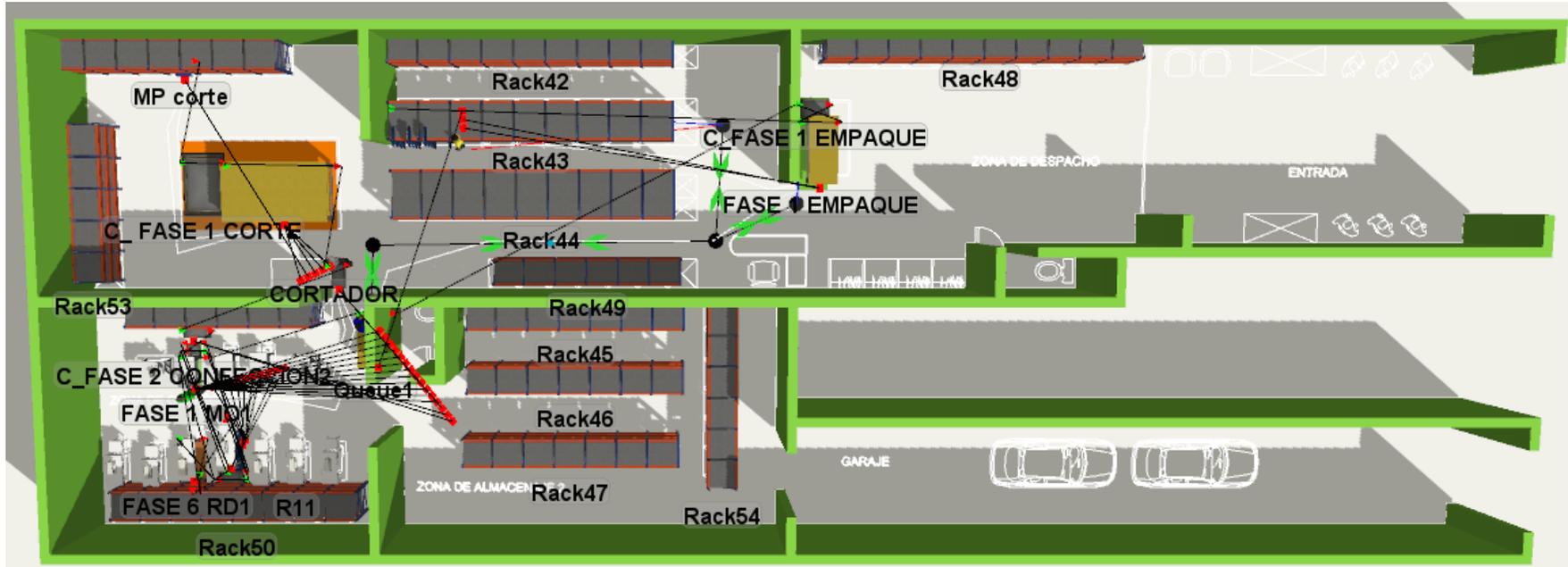


Figura 56. Modelo diseñado en FlexSim del proceso actual del código SDG_CH_36.

Tabla 37. Datos para el modelo diseñando en FlexSim del proceso actual de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36.

PROCESO	N FASE	ACTIVIDAD	RECURSO	FUNCIÓN	TIEMPO
CORTE	FASE 1	Ingresar la materia prima	SOURCE MP CORTE	Abastecimiento de 50 unidades	
		Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 1 CORTE	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Desenrollar	PROCESSOR FASE 1_CORTE 1	Operación manual	Cortador 33 s
	FASE 2	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 2_CORTE	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Moldear	PROCESSOR FASE 2_CORTE 1	Operación manual	Cortador 828 s
	FASE 3	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 3_CORTE42	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Doblar	PROCESSOR FASE 3_CORTE1	Operación manual	Cortador 214 s
	FASE 4	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 4_CORTE47	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Cortar	PROCESSOR FASE 4_CORTE_1	Operación manual máquina cortadora	Cortador 1038 s
		Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_CORTE TERMINADO	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
CONFECCIÓN	FASE 1	Ingresar piezas cortadas	QUEUE C_FASE 1 CONFECCIÓN30	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Ordenar piezas, preparar máquina y coser delantero piezas 1-5	PROCESSOR FASE 1 MO1	Operación de la máquina overlock 1	Operario 2 94 s 140 s
	FASE 2	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 2 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Dividir las piezas requerida para cada máquina	SEPARATOR	Ingresar delantera pieza 6-8 Ingresar delantera piezas 1-5 (2)	
		Coser delantera pieza 6-8	PROCESSOR FASE 2 MO1	Operación de la máquina overlock 1	Operario 2 66 s

Tabla 37. Datos para el modelo diseñando en FlexSim del proceso actual de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36 (Continuación 1).

PROCESO	N FASE	ACTIVIDAD	RECURSO	FUNCIÓN	TIEMPO
CONFECCIÓN	FASE 2	Pespuntear delantera pieza 1-5	PROCESSOR FASE 2 MR1	Operación de la máquina recta 1	Operario 3 51 s 108 s
		Enviar las piezas siguiente fase	COMBINER	Envío delantera pieza 6-8 Envío delantera piezas 1-5	
	FASE 3	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 3 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Pespuntear delantera pieza 6-8	PROCESSOR FASE 3 MR1	Operación de la máquina recta 1	Operario 3 33 s
	FASE 4	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 4 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Coser delantera pieza 4 y 6	PROCESSOR FASE 4 MO1	Operación de la máquina overlock 1	Operario 2 35 s
	FASE 5	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 5 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Dividir las piezas requerida para cada máquina	SEPARATOR	Ingresar capucha Ingresar piezas 4 y 6 (2)	
		Armar capucha	PROCESSOR FASE 5 MO1	Operación de la máquina overlock 1	Operario 2 93 s 21 s
		Pespuntear delantera pieza 4 y 6	PROCESSOR FASE 5 MR1	Operación de la máquina recta 1	Operario 3 28 s
	FASE 6	Enviar las piezas siguiente fase	COMBINER21	Envío delantero Envío capucha	
		Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 6 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Dividir las piezas requerida para cada máquina	SEPARATOR38	Ingresar delantero Ingresar capucha	
		Coser hombros	PROCESSOR FASE 6 MO1	Operación de la máquina overlock 1	Operario 2 99 s 139 s

Tabla 37. Datos para el modelo diseñando en FlexSim del proceso actual de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36 (Continuación 2)

PROCESO	N FASE	ACTIVIDAD	RECURSO	FUNCIÓN	TIEMPO
CONFECCIÓN	FASE 6	Pespuntear capucha	PROCESSOR FASE 6 MR1	Operación de la máquina recta 1	Operario 3 26 s
		Recubrir capucha	PROCESSOR FASE 6 MRd1	Operación de la máquina recubridora 1	Operario 3 135 s 38s
		Enviar las piezas siguiente actividad	COMBINER38	Envío delantero Envío capucha	
	FASE 7	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 7 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Recortar blandices y escotar	PROCESSOR FASE 7 MO1	Operación de la máquina overlock 1	Operario 2 68 s
		Recortar blandices y escotar Pespuntear hombros y Armar bolsillo	PROCESSOR FASE 7 MR1	Operación de la máquina recta 1	Operario 3 66 s 378 s
	FASE 8	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 8 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Coser blandices y cuello	PROCESSOR FASE 8 MO1	Operación de la máquina overlock 1	Operario 2 92 s 60 s
	FASE 9	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 9 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades	Send To Port Random Available Port
		Coser chompa, cuello y capucha	PROCESSOR FASE 9 MO1	Operación de la máquina overlock 1	Operario 2 187 s
	FASE 10	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 10 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Coser cierre, respuntear cierre y cuello	PROCESSOR FASE 10 MR1	Operación de la máquina recta 1	Operario 3 99 s 697 s

Tabla 36 Datos para el modelo diseñando en FlexSim del proceso actual de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36 (Continuación 3)

PROCESO	N FASE	ACTIVIDAD	RECURSO	FUNCIÓN	TIEMPO
CONFECCIÓN	FASE 11	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 11 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades	Send To Port Random Available Port
		Coser mangas	PROCESSOR FASE 11 MO1	Operación de la máquina overlock 1	Operario 2 96 s 103 s
	FASE 12	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 12 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Pespuntear mangas	PROCESSOR FASE 12 MR1	Operación de la máquina recta 1	Operario 3 96 s 69 s
	FASE 13	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 13 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades	Send To Port Random Available Port
		Coser aumentos y dar forma al bolsillo	PROCESSOR FASE 13 MO1	Operación de la máquina overlock 1	Operario 2 134 s
	FASE 14	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 14 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades	Send To Port Random Available Port
		Cerrar chompa	PROCESSOR FASE 14 MO1	Operación de la máquina overlock 1	Operario 2 100 s
	FASE 15	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 15 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades	Send To Port Random Available Port
		Recortar puños y faja, coser puños y faja	PROCESSOR FASE 15 MO1	Operación de la máquina overlock 1	Operario 2 174 s
		Ingresar piezas terminadas	QUEUE	Abastecimiento de 50 unidades	

Tabla 37 Datos para el modelo diseñado en FlexSim del proceso actual de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36 (Continuación 4)

PROCESO	N FASE	ACTIVIDAD	RECURSO	FUNCIÓN	TIEMPO
EMPAQUE	FASE 1	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 1 EMPAQUE	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Contar. Alistar y anotar el producto	PROCESSOR FASE 1 EMPAQUE	Operación manual	Operario 1 6 s
	FASE 2	Cortar hilos, doblar, empacar, contar y anotar en inventario	PROCESSOR FASE 2 EMPAQUE	Operación manual	Operario 1 120 s
		Almacenar prendas terminadas	Rack24	Almacenamiento terminado producto	

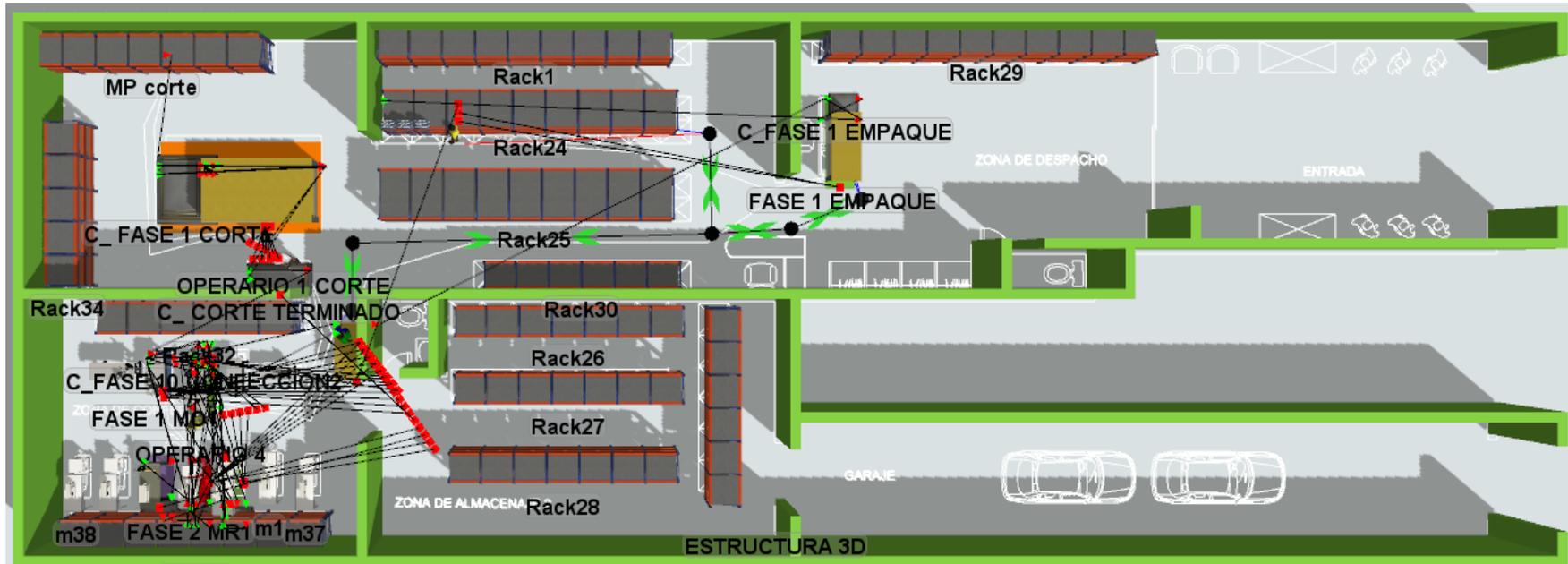


Figura 57. Modelo diseñado en FlexSim del proceso propuesto de corte del código SDG_CH_36

Tabla 38. Datos para el modelo diseñando en FlexSim del proceso propuesto de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36

PROCESO	N FASE	ACTIVIDAD	RECURSO	FUNCIÓN	TIEMPO
CORTE	FASE 1	Ingresar la materia prima	SOURCE MP CORTE	Abastecimiento de 50 unidades	
		Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 1 CORTE	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Desenrollar	PROCESSOR FASE 1_CORTE 1	Operación manual	Cortador 33 s
			PROCESSOR FASE 1_CORTE 2	Operación manual	Cortador 33 s
	FASE 2	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 2_CORTE	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Moldear	PROCESSOR FASE 2_CORTE 1	Operación manual	Cortador 828 s
			PROCESSOR FASE 2_CORTE 2	Operación manual	Cortador 828 s
	FASE 3	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 3_CORTE42	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Doblar	PROCESSOR FASE 3_CORTE1	Operación manual	Cortador 214 s
			PROCESSOR FASE 3_CORTE	Operación manual	Cortador 214 s
	FASE 4	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 4_CORTE47	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Cortar	PROCESSOR FASE 4_CORTE_1	Operación manual máquina cortadora	Cortador 1038 s
			PROCESSOR FASE 4_CORTE_1	Operación manual máquina cortadora	Cortador 1038 s
		Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_CORTE TERMINADO	Procesamiento por lotes de 50 unidades	

Tabla 38. Datos para el modelo diseñando en FlexSim del proceso propuesto de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36 (Continuación 1)

PROCESO	N FASE	ACTIVIDAD	RECURSO	FUNCIÓN	TIEMPO
CONFECCIÓN	FASE 1	Ingresar piezas cortadas	QUEUE C_FASE 1 CONFECCIÓN30	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Ordenar piezas, preparar máquina y coser delantero piezas 1-5	PROCESSOR FASE 1 MO1	Operación de la máquina overlock 1	Operario 2 94 s 140 s
	FASE 2	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 2 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Dividir las piezas requerida para cada máquina	SEPARATOR	Ingresar delantera pieza 6-8 Ingresar delantera piezas 1-5 (2)	
		Coser delantera pieza 6-8	PROCESSOR FASE 2 MO1	Operación de la máquina overlock 1	Operario 2 37 s
		Pespuntear delantera pieza 1-5	PROCESSOR FASE 2 MR1	Operación de la máquina recta 1	Operario 3 51 s 108 s
		Pespuntear delantera pieza 1-5	PROCESSOR FASE 2 MR2	Operación de la máquina recta 2	Operario 4 51 s 108 s
	FASE 3	Enviar las piezas siguiente fase	COMBINER	Envío delantera pieza 6-8 Envío delantera piezas 1-5	
		Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 3 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Pespuntear delantera pieza 6-8	PROCESSOR FASE 3 MR1	Operación de la máquina recta 1	Operario 3 33 s
	FASE 4	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 4 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Coser delantera pieza 4 y 6	PROCESSOR FASE 4 MR1	Operación de la máquina overlock 1	Operario 2 35 s
	FASE 5	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 5 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Dividir las piezas requerida para cada máquina	SEPARATOR	Ingresar capucha Ingresar piezas 4 y 6 (2)	

Tabla 38. Datos para el modelo diseñando en FlexSim del proceso propuesto de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36 (Continuación 2)

PROCESO	N FASE	ACTIVIDAD	RECURSO	FUNCIÓN	TIEMPO
CONFECCIÓN	FASE 5	Armar capucha	PROCESSOR FASE 5 MO1	Operación de la máquina overlock 1	Operario 2 93 s 21 s
		Pespuntear delantera pieza 4 y 6	PROCESSOR FASE 5 MR1	Operación de la máquina recta 1	Operario 3 28 s
		Pespuntear delantera pieza 4 y 6	PROCESSOR FASE 5 MR2	Operación de la máquina recta 2	Operario 4 28 s
	FASE 6	Enviar las piezas siguiente fase	COMBINER21	Envío delantero Envío capucha	
		Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 6 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Coser hombros	PROCESSOR FASE 6 MO1	Operación de la máquina overlock 1	Operario 2 99 s 33 s
		Pespuntear capucha	PROCESSOR FASE 6 ME1	Operación de la máquina recta 1	Operario 3 26 s
		Enviar las piezas siguiente actividad	COMBINER38	Envío delantero Envío capucha	
		Recubrir capucha	PROCESSOR FASE 6 MRd1	Operación de la máquina recubridora 1	Operario 3 135 s 38 s
	FASE 7	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 7 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Recortar blandices y escotar Pespuntear hombros y Armar bolsillo	PROCESSOR FASE 7 MR1	Operación de la máquina recta 1	Operario 2 66 s 378 s
			PROCESSOR FASE 7 MR2	Operación de la máquina recta 2	Operario 4 66 s 378 s
	FASE 8	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 8 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades	

Tabla 38. Datos para el modelo diseñando en FlexSim del proceso propuesto de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36 (Continuación 3)

PROCESO	N FASE	ACTIVIDAD	RECURSO	FUNCIÓN	TIEMPO
CONFECCIÓN	FASE 8	Coser blandices y cuello	PROCESSOR FASE 8 MO1	Operación de la máquina overlock 1	Operario 2 92 s 60 s
	FASE 9	Coser chompa, cuello y capucha	PROCESSOR FASE 9 MO1	Operación de la máquina overlock 1	Operario 2 187 s
		Coser chompa, cuello y capucha	PROCESSOR FASE 9 MO2	Operación de la máquina overlock 2	Operario 3 187 s
	FASE 10	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 10 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Coser cierre, respuntar cierre y cuello	PROCESSOR FASE 10 MR1	Operación de la máquina recta 1	Operario 3 99 s 697 s
		Coser cierre, respuntar cierre y cuello	PROCESSOR FASE 10 MR2	Operación de la máquina recta 2	Operario 4 99 s 697 s
	FASE 11	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 11 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades Send To Port Random Available Port	
		Coser mangas	PROCESSOR FASE 11 MO1	Operación de la máquina overlock 1	Operario 2 96 s 103 s
		Coser mangas	PROCESSOR FASE 11 MO2	Operación de la máquina overlock 2	Operario 4 96 s 103 s
	FASE 12	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 12 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Pespuntar mangas	PROCESSOR FASE 12 MR1	Operación de la máquina recta 1	Operario 2 96 s 69 s

Tabla 38. Datos para el modelo diseñando en FlexSim del proceso propuesto de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36 (Continuación 4)

PROCESO	N FASE	ACTIVIDAD	RECURSO	FUNCIÓN	TIEMPO
CONFECCIÓN	FASE 12	Pespuntear mangas	PROCESSOR FASE 12 MR2	Operación de la máquina recta 2	Operario 3 96 s 69 s
	FASE 13	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 13 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades Send To Port Random Available Port	
		Coser aumentos y dar forma al bolsillo	PROCESSOR FASE 13 MO1	Operación de la máquina overlock 1	Operario 2 134 s
		Coser aumentos y dar forma al bolsillo	PROCESSOR FASE 13 MO2	Operación de la máquina overlock 2	Operario 4 134 s
	FASE 14	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 14 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades Send To Port Random Available Port	
		Cerrar chompa	PROCESSOR FASE 14 MO1	Operación de la máquina overlock 1	Operario 2 100 s
		Cerrar chompa	PROCESSOR FASE 14 MO2	Operación de la máquina overlock 2	Operario 3 100 s
	FASE 15	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 15 CONFECCIÓN	Procesamiento por lotes de 50 unidades Send To Port Random Available Port	
		Recortar puños y faja, coser puños y faja	PROCESSOR FASE 15 MO1	Operación de la máquina overlock 1	Operario 2 174 s
		Recortar puños y faja, coser puños y faja	PROCESSOR FASE 15 MO2	Operación de la máquina overlock 2	Operario 3 174 s
		Ingresar piezas terminadas	QUEUE	Abastecimiento de 50 unidades	

Tabla 38. Datos para el modelo diseñando en FlexSim del proceso propuesto de corte, confección y empaque del código SDG_CH_36 (Continuación 5)

PROCESO	N FASE	ACTIVIDAD	RECURSO	FUNCIÓN	TIEMPO
EMPAQUE	FASE 1	Establecer el tamaño de lote	QUEUE C_FASE 1 EMPAQUE	Procesamiento por lotes de 50 unidades	
		Contar. Alistar y anotar el producto	PROCESSOR FASE 1 EMPAQUE	Operación manual	Operario 1 6 s
	FASE 2	Cortar hilos, doblar, empacar, contar y anotar en inventario	PROCESSOR FASE 2 EMPAQUE	Operación manual	Operario 1 120 s
		Almacenar prendas terminadas	Rack24	Almacenamiento producto terminado	

3.12.4 Paso 4: Elevación de la restricción del sistema

Por medio de la simulación se logró elevar el cuello de botella, a través de las mejoras propuestas se reduce el tiempo de elaboración del producto. Los resultados se observan por medio del uso de global table denominada datos, en la cual se registra la productividad (tiempo de simulación en segundos) del proceso actual vs propuesto de corte, confección y empaque como se indica en la figura 58. Y el uso de dashboard denominado producción, por medio de un state ben el cual especifica la utilización de los trabajadores que intervienen en el proceso actual vs propuesto de corte, confección y empaque como se indica en la figura 59.

	Tiempo de simulacion (s)		Tiempo de simulacion (s)
CORTE	2229.42	CORTE	1195.51
CONFECCION	161954.69	CONFECCION	102103.51
EMPAQUE	169443.69	EMPAQUE	109592.55

Figura 58. Productividad del proceso de corte, confección y empaque actual vs propuesto del código SDG_CH_36

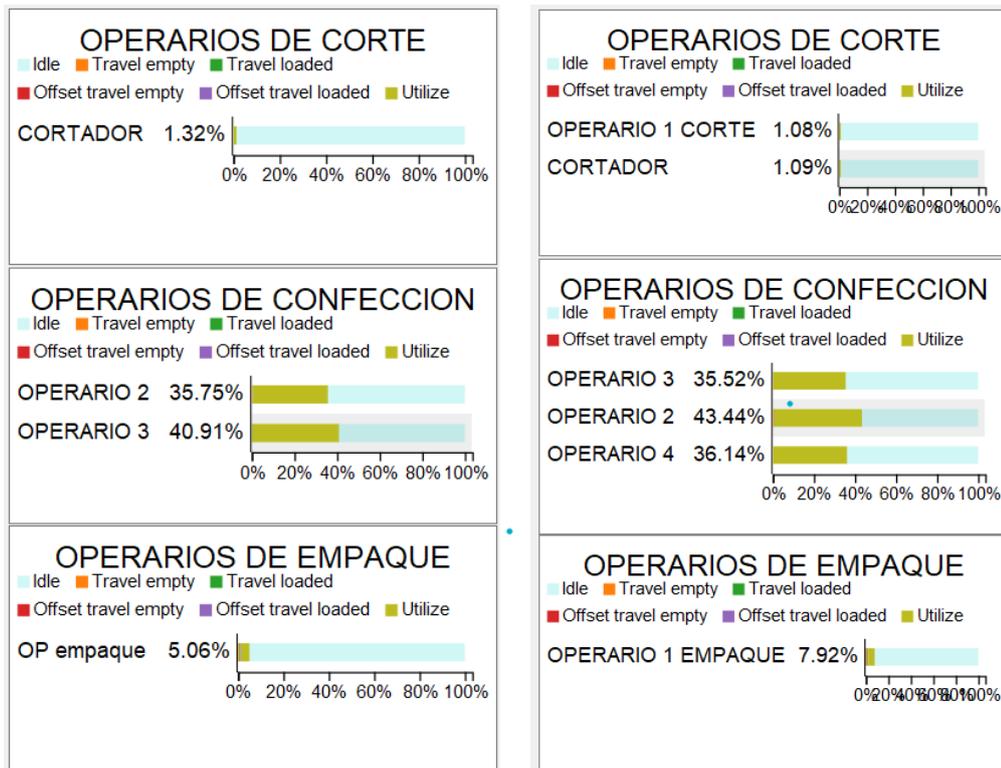


Figura 59. Utilización de los trabajadores del proceso de corte, confección y empaque actual vs propuesto del código SDG_CH_36

3.12.5 Paso 5: Regresar al paso 1

Una vez eliminadas las actividades que limitan el proceso por medio de la metodología TOC, se debe asegurar que no se generen situaciones que alteren el flujo continuo del proceso, por medio de:

- Control del abastecimiento de insumos
- Planificación semanal de la producción
- Contratación de personal con experiencia en corte y confección
- Capacitación del personal

3.13 Validación del modelo

Se realizó la simulación por medio de FlexSim del proceso actual y propuesto, para determinar en qué tiempo se elabora una demanda estimada de 50 unidades, considerando esta información por parte de la organización. En el proceso actual intervinieron 4 operarios, con un tiempo acumulado de 169443,69 s (5,88 días), mismo que se divide en 3 procesos. En el proceso de corte actual intervino 1 operario (Cortador) con un tiempo de procesamiento de 2229,42 s (0,08 días), en el proceso de confección actual intervinieron 2 operarios (Operario 2 y 3) con un tiempo de procesamiento de 159725,27 s (5,55 días) y en el proceso de empaque actual intervino 1 operario (Operario 1) con un tiempo de procesamiento de 7489 s (0,26 días), como se observa en la tabla 39.

Tabla 39 Tiempo de la simulación del proceso actual de corte, confección y empaque

Proceso Actual	Tiempo		
	Acumulado (s)	Proceso (s)	Proceso (días)
Corte	2229,42	2229,42	0,08
Confección	161954,69	159725,27	5,55
Empaque	169443,69	7489,00	0,26
	Total	169443,69	5,88

En el proceso propuesto intervinieron 5 operarios, con un tiempo acumulado de 109592,55 s (3,80 días), mismo que se divide en 3 procesos. En el proceso de corte propuesto intervino 2 operarios (Cortador y Operario 1) con un tiempo de procesamiento de 1195,51 s (0,04 días), en el proceso de confección propuesto intervinieron 3 operarios (Operario 2, 3 y 4) con un tiempo de procesamiento de 100908 s (3,50 días) y en el proceso de empaque propuesto intervino 1 operario

(Operario 1) con un tiempo de procesamiento de 7489,04 s (0,26 días), como se observa en la tabla 40.

Tabla 40 Tiempo de la simulación del proceso propuesto de corte, confección y empaque

Proceso Propuesto	Tiempo		
	Acumulado (s)	Proceso (s)	Proceso (días)
Corte	1195,51	1195,51	0,04
Confección	102103,51	100908,00	3,50
Empaque	109592,55	7489,04	0,26
Total		109592,55	3,80

En la gráfica 60, se observa el tiempo requerido para procesar el lote de 50 unidades del proceso actual vs propuesto, el cual disminuye de 5,88 días a 3,80 días.

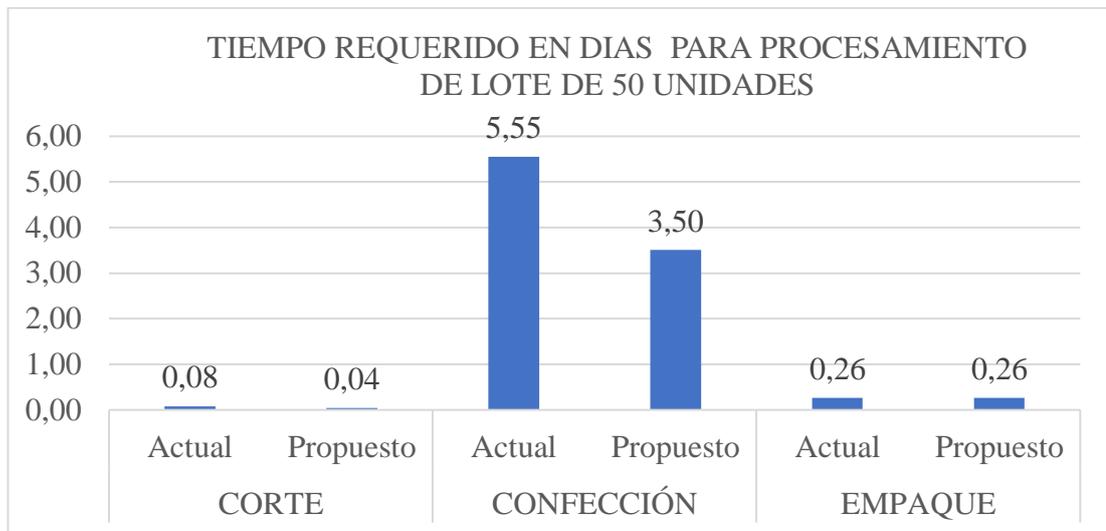


Figura 60. Tiempo requerido en días para procesamiento de lote de 50 unidades.

En base a los resultados obtenidos de la simulación, se calcula el porcentaje de mejora por medio de las ecuaciones 8, como se observa en la tabla 41 [12].

$$\%Mejora = \frac{\text{Proceso Comparar} - \text{Proceso Referencia}}{\text{Proceso Referencia}} * 100 \quad (8)$$

Tabla 41. Porcentaje de mejora del proceso actual vs propuesto de corte, confección y empaque

Proceso	Situación	Tiempo (s)	%Mejora
Corte	Actual	2229,42	86,48
	Propuesto	1195,51	
Confección	Actual	159725,27	58,29
	Propuesto	100908,00	

Tabla 41. Porcentaje de mejora del proceso actual vs propuesto de corte, confección y empaque (Continuación 1)

Proceso	Situación	Tiempo (s)	%Mejora
Empaque	Actual	7489,00	0,00
	Propuesto	7489,04	

En la figura 61, se verifica que el porcentaje de mejora es de 86,48% en el proceso de corte, de 58,29% en el proceso de confección, y de 0% en el proceso de empaque.

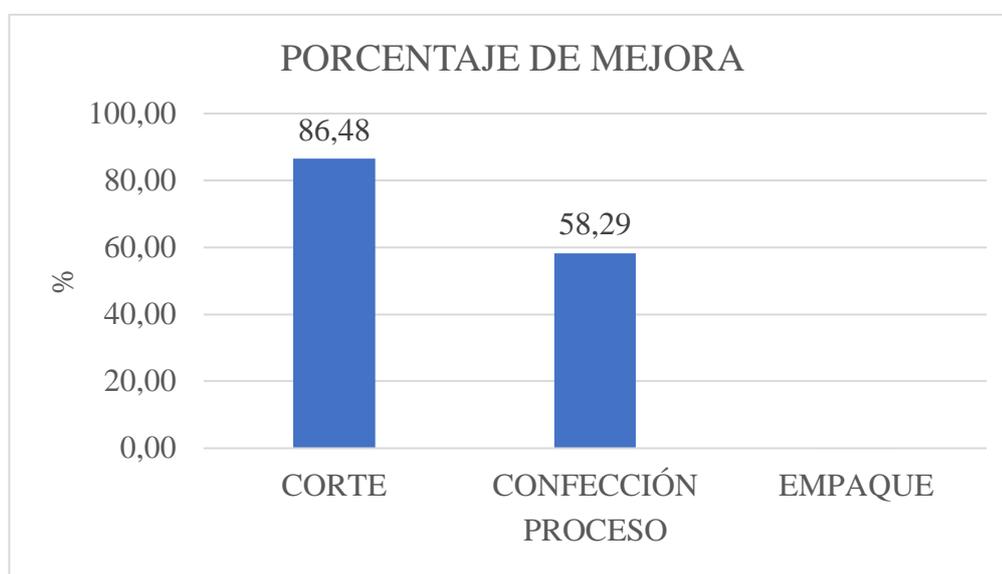


Figura 61. Porcentaje de mejora del proceso actual vs propuesto de corte, confección y empaque.

La capacidad de producción (C_p) del proceso de corte es limitada por la máquina cortadora lineal la cual tiene una cuchilla de 20,32 cm (8 pulgadas), esta permite realizar un solo corte optimizando el tiempo de moldeo y corte. Además, la mesa permite tender un máximo de 2.30 m de tela, y en la máquina ingresan 96 tendidas equivalente a 48 capas de tela vioto que corresponden a 4 rollos teniendo en cuenta el tipo de tela asimismo de su rigidez, composición y gramaje, el material en promedio tiene 65 m y un ancho de 1,55 m conforme la figura 62. Al moldear las piezas blancas como se observa en la figura 63 se determina que para 2 chompas se requiere de 1,72 m y 1,5 m de ancho de tela blanca utilizando solo 232,16 m equivalentes a 3,57 rollos de tela, permitiendo cortar hasta lotes de 192 chompas cada vez que se ejecute el proceso.

ECUABIGSERVI	
COLOR NAME:	NAVY
ROLL NO:	12
METERS:	60-70 MTS
WEIGHT:	240
COMPOSITION:	100% POLYESTER

Figura 62. Especificaciones de la tela bioto

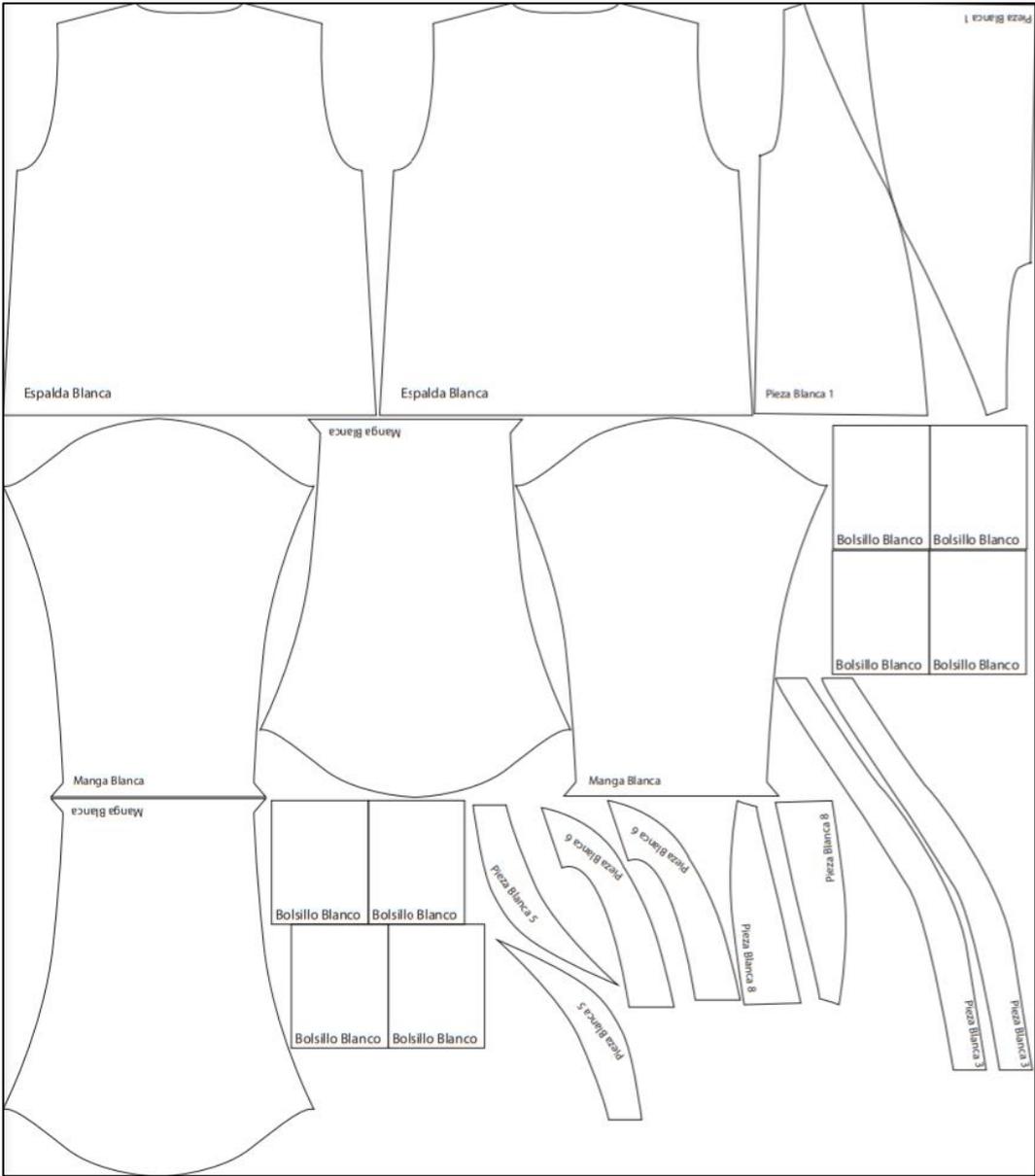


Figura 63. Moldear sobre la tela blanca

Los cortes de las piezas azules son complementos de las piezas blancas por lo cual se necesita menos m de tela para su elaboración, es decir, la Cp de la máquina es capaz de producir estas unidades ya que utiliza una menor cantidad de material que las partes blancas, por lo cual la Cp del proceso de corte está determinado por los cortes de las piezas blancas. En la figura 64 se observa que para 2 chompas se requiere de 1,5 m de ancho y 0,78 m de alto de tela azul utilizando solo 187,04 m equivalentes a 2,88 rollos de tela.

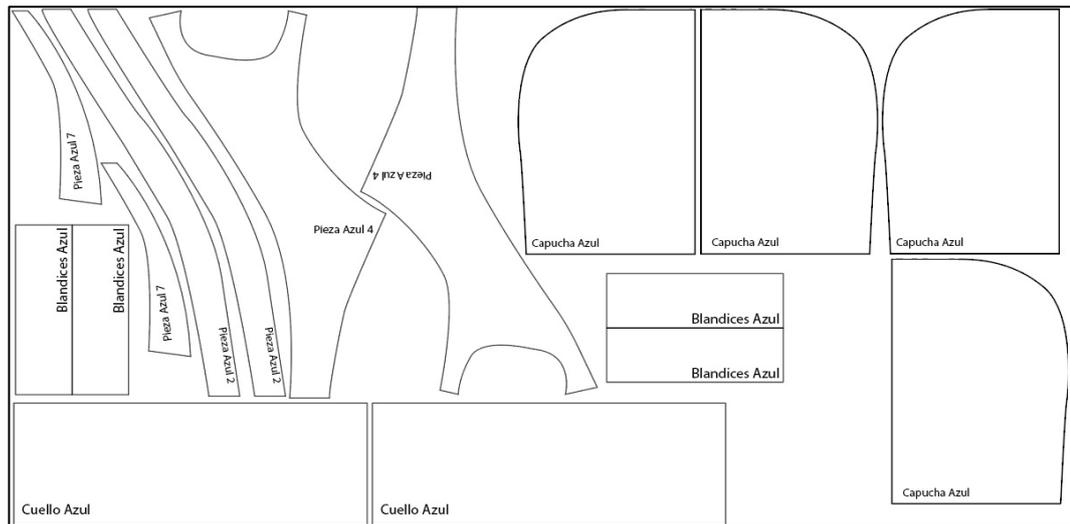


Figura 64. Moldear sobre la tela azul

La Cp del proceso actual vs propuesto de confección y empaque en base a la simulación, en el proceso propuesto permite aumentar la Cp de 80,74 unidades/hora hasta 150,56 unidades/hora en el proceso de corte, de 1,13 unidades/hora a 1,78 unidades/hora (9 unidades/jornada a 14 unidades/jornada) en el proceso de confección, pero en el proceso de empaque se mantiene de 24,04 unidades/hora (192 unidades/jornada), como se observa en la figura 65.

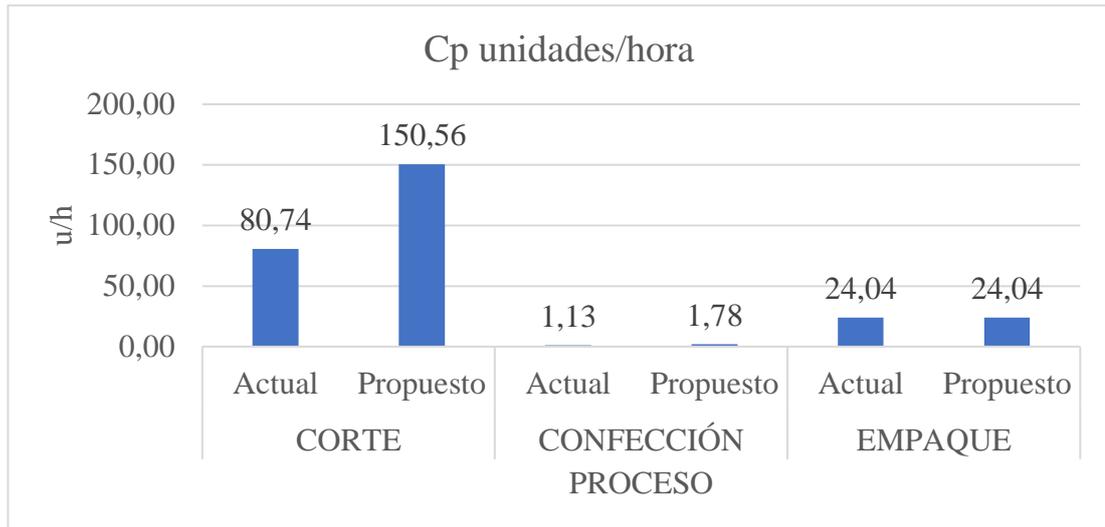


Figura 65. Capacidad de producción del proceso actual vs propuesto de corte, confección y empaque.

Se calculan los indicadores operativos y financieros para que la empresa busque seguir el objetivo primario de ganar dinero:

Indicadores Operativos

- **Troughput:** Basada en la velocidad con la cual la empresa genera dinero por medio de ventas de productos o inventarios y se define con la fórmula:

$$T(\$/unidad) = \text{Precio de Venta (PV)} - \text{Costo de Materia Prima (MP)} \quad (9)$$

- **Inventario:** Para TOC, estos se relacionan única y exclusivamente con los costos de materiales incorporados al proceso de producción.
- **Gastos operativos:** Se relacionan con los gastos de la empresa en maquinaria, mano de obra, locales, etc., excluyendo los relacionados con la materia prima para la producción del inventario [51].

$$GO(\$/hora) = \text{Sueldos} + \text{Gastos de Fabricación} \quad (10)$$

Indicadores Financieros

- **Utilidades netas:** son aquellas resultantes a partir del descuento de ingresos obtenidos por la empresa u organización y todos los gastos operativos correspondientes. En síntesis, son el beneficio económico efectivo que obtienen los dueños de la empresa [52].

$$UN (\$) = T - GO \quad (11)$$

El precio de venta del producto es de \$ 15,00, los costos de materia prima (MP) son de \$ 6,00 y GO mensuales son: \$ 400 de salario, \$ 44,60 de seguro y \$ 100,00 de servicios básicos al mes. Se obtiene un costo de \$ 2,27 la hora por operario. Se calculan los indicadores operativos y financieros para determinar cuánto dinero genera la empresa. Para el cálculo de GO se considera la ecuación 12, para cada proceso.

$$GOu (\$/unidad) = \frac{2,27 * \#operario}{Cp} \quad (12)$$

En la tabla 42 y en la figura 66, se observa que los indicadores operativos, como T en el proceso actual y propuesto es de \$ 9,00, y los GOu disminuyen de \$ 4,15 a \$ 3,94 considerando una demanda de 50 unidades, es decir, se genera una reducción de 0,21 ctvs por producto (5,03%), el cual se verifica en el indicador financiero, donde la utilidad neta del proceso aumenta 4,30%, es decir, de \$ 4,85 a \$ 5,06 por producto.

Tabla 42. Cálculo de los indicadores operativos y financieros del proceso actual vs propuesto.

Proceso	Situación	PV (\$ /unidad)	MP (\$ /unidad)	T (\$ /unidad)	Cp (unidad /hora)	GOu (\$ /unidad)	UN (\$ /unidad)
Corte	Actual	15,00	6,00	9,00	80,74	0,028	4,15
Confección					1,13	4,027	
Empaque					24,04	0,094	
Corte	Propuesto	15,00	6,00	9,00	105,56	0,03	3,94
Confección					1,78	3,816	
Empaque					24,04	0,094	

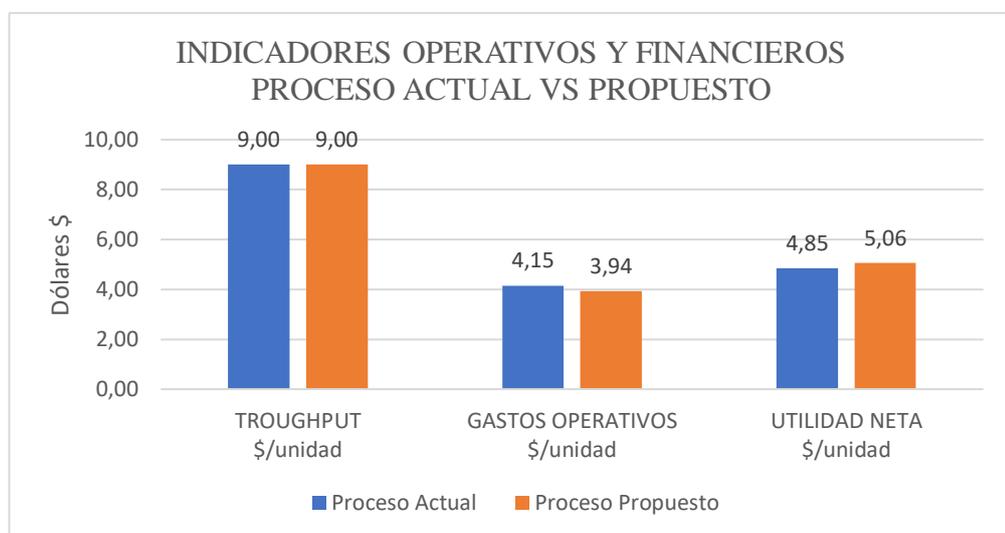


Figura 66. Indicadores operativos y financieros del proceso actual vs propuesto.

Para una demanda de 50 unidades la empresa generaría un incremento en la utilidad neta de \$ 242,52 a \$ 252,96.

En base a los resultados obtenidos del Dashboard de producción de la simulación se detalla en la tabla 43, los datos que serán utilizados para calcular el porcentaje de utilización de los trabajadores.

Tabla 43. Utilización de los trabajadores del proceso de corte, confección y empaque actual vs propuesto.

Operarios	Utilización	
	% Proceso Actual	% Proceso Propuesto
Cortador	1,32	1,08
Operario 4		1,09
Operario 2	35,75	35,52
Operario 3	40,91	43,44
Operario 4		36,14
Operario 1	5,06	7,89

El porcentaje de utilización de los trabajadores del proceso actual vs propuesto disminuyó en 21,66% en el proceso de corte e incrementó en 0,10% en el proceso de confección y en 35,87% en el proceso de empaque como se observa en la tabla 44 y figura 67.

Tabla 44. Utilización promedio y porcentaje de mejora de los trabajadores del proceso de corte, confección y empaque actual vs propuesto

Operarios	Utilización		%Mejora
	% Proceso Actual	% Proceso Propuesta	
Corte	1,32	1,09	↓ 21,66
Confección	38,33	38,37	↑ 0,10
Empaque	5,06	7,89	↑ 35,87

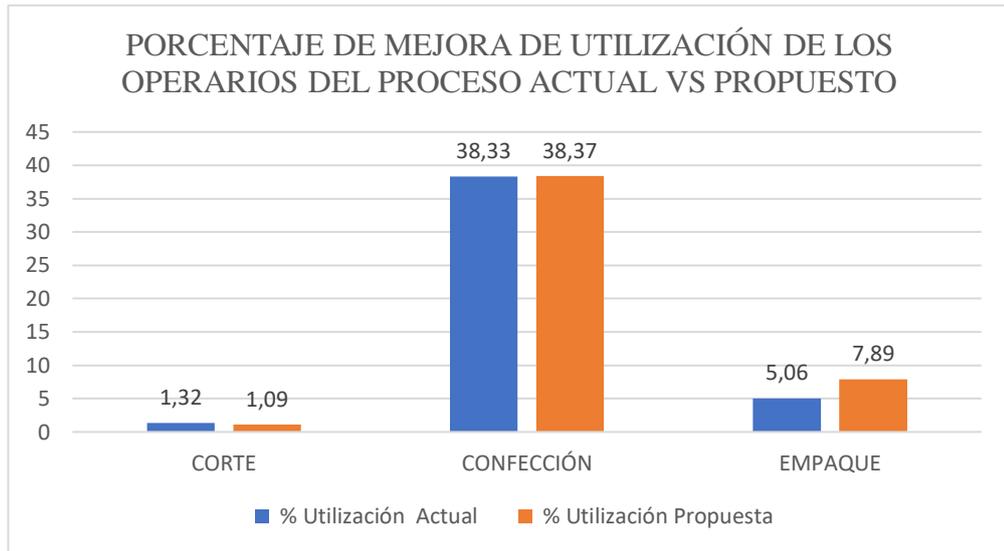


Figura 67. Porcentaje de mejora de utilización de los operarios del proceso actual vs propuesto

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- A través de la aplicación de los pasos de la metodología Teoría de Restricciones (TOC), fue posible identificar las actividades que lideran el ritmo de producción del proceso de confección (fase 10) realizado por el operario 3, que consiste en la preparar máquina, coser cierre, respuntar cierre y cuello con un tiempo estándar por una unidad de 11,88 min. Además, en base al paso establecido en la metodología TOC que propone respetar la restricción determinada, se realizó una simulación del área de producción por medio del software FlexSim para subordinar y elevar la restricción del sistema del proceso de confección, dividiendo así sus actividades para dos operarios evitando el inventario en proceso y asegurando un flujo continuo del mismo.
- La empresa Edy Sánchez Sport cuenta con una amplia gama de productos para la venta, siendo uno de ellos la línea deportiva, en la cual se confeccionan chompas, pantalones, camisetas, pantalones y chompas de fríos, aportando cada producto de diferentes maneras en los ingresos de la empresa, a través de los datos históricos proporcionados por la organización la venta de estos productos generó \$ 22 495,00 en el año 2018 y \$ 25 517,00 en el año 2019, produciendo un incremento del 13, 43% en las ventas, asimismo con la aplicación del análisis ABC se establecieron las prendas más representativas de la empresa con un total de 24 productos que se encuentran dentro de la zona A del análisis, representando el 80% de la demanda, dando como resultado el código F5_CH_36, que contiene los productos con códigos SDG_CH_36 e IM_CH_36, donde el código SDG_CH_36 fue el objeto de estudio para la realización del proyecto.
- La situación actual de la empresa Edy Sánchez Sport se determinó a través del diagrama de flujo de procesos y la descripción de las actividades de los trabajadores en su labor en la producción, en la cual en el proceso de corte se realizan todas las actividades relacionadas con el proceso de forma manual o utilizando la máquina de corte, por otro lado, en la actividad de doblado y corte por pares se realiza para la espalda, mangas, bolsillos, cuello, capucha y blandices,

la actividad de doblado y corte por el lado derecho, se realizan tanto para las piezas blancas 1, 3, 5, 6 y 8 y para las piezas azules 2, 4 y 7. En el proceso de confección interviene el operario 3, que maneja la máquina recta, y el operario 2, que maneja la máquina overlock, los cuales realizan todas las actividades referentes al proceso. Además, existen actividades que no agregan valor (ANV), como cortar manualmente el sobrante de tela para que encajen las piezas de la prenda, por consiguiente, una vez terminado los productos se envían a la zona de despacho.

- Se empleó varias técnicas para poder establecer la productividad actual, como el estudio de tiempos, valoración y suplementos, además de los cursogramas analíticos para los procesos de corte, confección y empaque pertenecientes al código SDG_CH_36. En el proceso de corte se genera en un tiempo de 20,07 minutos y una distancia recorrida de 43,05 metros, siendo el 95,26% del tiempo utilizado para el proceso de corte y el 4,74% del tiempo en el traslado del operario. Por otra parte, en el proceso de confección las actividades se llevan a cabo en un tiempo de 46,57 minutos con una distancia recorrida de 76,58 metros, el 98,74% del tiempo se emplea para el proceso de confección y para el traslado del operario el 1,26% del tiempo. Finalmente, en el proceso de empaque se genera en un tiempo de 2,48 minutos, recorriendo una distancia de 46,72 metros, el 71,14% del tiempo se utilizó para el proceso de empaque y el 28,86% del tiempo sobrante se invierte en el traslado del operario, por tanto, el tiempo estándar por unidad es de 1,15 horas.
- Con los datos obtenidos, se determina el tiempo estándar de los transportes y actividades que realizaron los operarios en las diferentes máquinas (cortadora, overlock, recta o recubridora), además del modo de operación (manual) del proceso, dividiendo en 4 fases el proceso de corte, 15 fases el proceso de confección y 2 fases el proceso de empaque, con un total de 21 fases agrupando los tiempos de las actividades que se repiten durante cada proceso.
- La simulación del proceso actual y propuesto fueron realizadas con el software FlexSim, se estimó una demanda de 50 unidades, el mejoramiento de la producción y operación de la empresa se dio por medio del algoritmo DBR conocido como metodología TOC. Los indicadores empleados para medir el proceso fueron la

productividad y la utilización de los operarios dentro de cada proceso, a través de la tabla datos y el dashboard de producción programados en la simulación. Donde, el tiempo productivo disminuyó de 2229,42 s hasta 1195,51 s en el proceso de corte, de 159725,27 s hasta 100908 s, es decir de 5,55 días hasta 3,50 días en el proceso de confección, pero se mantuvo de 7284 s en el proceso de empaque. Además, se determinó que la utilización de los operarios en el proceso de corte disminuyó de 1,32% a 1,08% para el cortador y se generó la utilización del operario 4 en 1,09%. Igualmente, en el proceso de confección disminuyó de 35,75% a 35,52% para el operario 2 (máquina overlock) y de 40,91% a 43,44% para el operario 3 (máquina recta) y se generó la utilización del operario 4 (máquina recta y máquina overlock) en 36,14%. Finalmente, en el proceso de empaque la utilización del operario 1 aumentó de 5,06% a 7,89%.

- Por medio de la simulación se alcanzó un porcentaje de mejora del 86,48% en el proceso de corte, aumentando su capacidad de producción de 80,74 unidades/hora hasta 150,56 unidades/hora en un lote de 50 unidades, con respecto al proceso de confección con una mejora del 58,29% pasando de 9 unidades/jornada hasta 14 unidades/jornada, sin embargo, en el proceso de empaque no se obtuvo un porcentaje de mejora, siendo su capacidad de producción de 192 unidades/jornada. Asimismo, el porcentaje de utilización de los trabajadores del proceso actual vs propuesto disminuyó en 21,66% en el proceso de corte, pero incremento en 0,10% en el proceso de confección y en un 35,87% en el proceso de empaque. Además, se calcularon los indicadores operativos y financieros, como el throughput en el proceso actual y propuesto fue de \$ 9,00, y los gastos operativos disminuyeron de \$ 4,15 a \$ 3,94, es decir, se generó una reducción del 5,03% por producto, lo cual se verifica en el indicador financiero, donde la utilidad neta del proceso aumentó 4,30%, es decir, de \$ 4,85 a \$ 5,06 por producto, en una demanda de 50 unidades la utilidad neta incrementaría de \$ 242,52 a \$ 252,96.

4.2 Recomendaciones

- La empresa debe seguir con el proceso de mejora de la productividad por medio de la aplicación de la Teoría de Restricciones ya que existen un sinnúmero de estudios que avalan la mejora del flujo productivo y así ser más eficientes al reducir

costos, controlar los inventarios y evitando que las máquinas y operarios asociados al cuello de botella no sean aprovechados de manera óptima.

- Se sugiere establecer planes y programas de capacitación para los operarios, sobre todo para los del proceso de corte y de empaque. No obstante, es mejor establecer capacitaciones generales y también aquellas que son para un personal más específico, a fin que se mejore la productividad por medio del factor de desempeño. Por medio de la simulación se denota que existe un porcentaje de mejora elevado en el proceso de corte, por lo cual se le debe prestar en especial atención.
- Estandarizar los moldes según la talla para que encajen correctamente las piezas de la prenda y eliminar las actividades que no agregan valor en el proceso de confección. Implementar el sistema de patronaje digital para eliminar el tiempo de la actividad de moldear del proceso de corte.
- Planificar las actividades para utilizar los recursos de la mejor manera y reducir el tiempo de elaboración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. Bombón, A. Jordán, and J. Jordán, “Teoría de restricciones como herramienta de desarrollo estratégico productivo del sector textil,” *593 Digital Publisher CEIT*, vol. 5, no. 4, pp. 52–66, 2019, doi: 10.33386/593dp.2019.5.116.
- [2] AITE Boletines, “Historia y Actualidad,” *MONKEYPLUS*, 2017. <https://www.aite.com.ec/industria.html> (accessed Oct. 16, 2021).
- [3] H. Pozo, T. Tachizawa, E. Takeshi, and D. Picchiali, “The Theory of Constraints and the Small Firm: An alternative strategy un the Manufacturing Management,” *RAI - Revista de Administração e Inovação*, vol. 6, no. 3, pp. 5–25, 2009.
- [4] A. Wolff, “DGA Wolff: ‘Las políticas comerciales pueden ser un gran apoyo para la acción climática,’” *Organización Mundial del Comercio*, 2020. https://www.wto.org/spanish/news_s/news20_s/ddgaw_18sep20_s.htm (accessed Oct. 27, 2020).
- [5] Organización Mundial del Comercio, “COVID-19 y comercio mundial,” *Organización Mundial del Comercio*, 2020. https://www.wto.org/spanish/tratop_s/covid19_s/covid19_s.htm (accessed Oct. 27, 2020).
- [6] Comisión Económica para América Latina y el Caribe, “Desarrollo productivo y empresarial,” *CEPAL - Naciones Unidas*, 2014. <https://www.cepal.org/es/areas-de-trabajo/desarrollo-productivo-y-empresarial> (accessed Oct. 27, 2020).
- [7] Organización de las Naciones Unidas, “Informe Especial COVID-19 No 4: las empresas frente a la COVID-19: emergencia y reactivación,” Santiago de Chile, 2020.
- [8] Redacción Revista Líderes, “La capacidad instalada de las Mipymes se encuentra a la baja.,” *Revista Líderes*, 2018. <https://www.revistalideres.ec/lideres/capacidad-mipymes-produccion-precio-ventas.html> (accessed Oct. 28, 2020).
- [9] R. Panizzolo, “Theory of constraints (TOC) production and manufacturing performance,” *International Journal of Industrial Engineering and Management*, vol. 7, no. 1, pp. 15–23, 2016.

- [10] H. Hazem and A. Farouk, “The Application of Theory of Constraints in A Production Planning Process,” ARAB ACADEMY FOR SCIENCE, TECHNOLOGY & MARITIME TRANSPORT, 2016.
- [11] W. Urban and P. Rogowska, “The Case Study of Bottlenecks Identification for Practical Implementation to the Theory of Constraints,” *Multidisciplinary Aspects of Production Engineering*, vol. 1, no. 1, pp. 399–405, 2018, doi: 10.2478/mape-2018-0051.
- [12] M. Baron, “La Teoría de Restricciones como estrategia para incrementar el nivel de servicio en la Empresa Tablenorte S.A.C.,” Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2020.
- [13] X. Rubio, “Teoría de Restricciones en el Área de Producción en Industrias Textiles para el incremento de la Productividad,” Universidad Técnica de Ambato, 2021.
- [14] Ar Racking Storage Solutions, “Método ABC de clasificación de inventarios: Origen, características y ventajas,” *AR Racking*, 2021. <https://www.ar-racking.com/co/actualidad/blog/calidad-y-seguridad-4/metodo-abc-de-clasificacion-de-inventarios-origen-caracteristicas-y-ventajas> (accessed Jul. 26, 2021).
- [15] V. Ramírez and M. Ramírez, “Sistema de Inventario ABC,” Pachuca, 2019.
- [16] J. Duarte, “Factores determinantes y críticos en empresas de servicios, para la obtención de ventajas competitivas sostenibles y transferibles a estrategias de Globalización: Un análisis de la Industria del Software.,” Universitat Autònoma de Barcelona, 2004.
- [17] M. Femxa, “Método ABC de la clasificación de productos,” *Cursos femxa.es*, 2018. <https://www.cursosfemxa.es/blog/metodo-abc-clasificacion-productos> (accessed Jul. 26, 2021).
- [18] J. Domenech, “Diagrama de Pareto,” Las Palmas de Gran Canaria, 2018.
- [19] R. Babu, *Industrial engineering in apparel production*. Nueva Dehli: Woodhead Publishing India PVT LTD, 2012.
- [20] A. Suárez, “Estudio de métodos y medición del travahi para el diagnóstico de Productividad en el Laboratorio Alpha Metrología S.A.S,” Bogotá, 2020.

- [21] L. Vásquez, “Propuesta de mejoramiento de procesos en el área de producción de la empresa panificadora Panarte a través del estudio de tiempos y movimientos.,” Escuela Politécnica Nacional, 2017.
- [22] G. Villacreses, “Estudio de Tiempos y Movimientos en la Empresa Embotelladora de Guayusa Ecocampo,” Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2018.
- [23] Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, “Manual de Prácticas de Estudio del Trabajo,” Pachuca, 2021.
- [24] B. Salazar, “Estudio de tiempos,” *Unported*, 2019. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/que-es-el-estudio-de-tiempos/> (accessed Jan. 04, 2021).
- [25] A. M. Andrade, C. A. Del Río, and D. L. Alvear, “Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado,” *Información Tecnológica*, vol. 30, no. 3, pp. 83–94, 2019.
- [26] P. Puentes and J. Cetina, “Estudio de Métodos y Tiempos para la Empresa Papeles Primavera a los Productos de Papel Regalo y Cartulina Plana,” Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2017.
- [27] K. Pérez, “Modelo de Simulación para medir la Productividad en el proceso de elaboración de calzado de la empresa Strocalza,” Universidad Técnica de Ambato, 2019.
- [28] R. Delgado, “Optimización de la línea de producción de bombones de la Planta Artesanal Don Eli a través de la estandarización de las actividades de los procesos, con la metodología de tiempos movimientos,” Escuela Politécnica Nacional, 2018.
- [29] Ingenio Empresa, “El cursograma: Herramienta del ingeniero industrial,” *Ingenio Empresa*, 2016. <https://www.ingenioempresa.com/cursograma/> (accessed Sep. 11, 2021).
- [30] G. Miño, J. Moyano, and C. Santillán, “Tiempos estándar para balanceo de línea en área soldadura del automóvil modelo cuatro,” *Ingeniería Industrial*, vol. XL, no. 2, pp. 110–122, 2019.
- [31] Marcelo Becher, “Value added and waste: understanding. Lean process concepts,” *Excellence Blog*, 2020.

- <https://blog.softexpert.com/en/understanding-lean-process/> (accessed Sep. 20, 2021).
- [32] D. Ortiz, “Modelo de Implementación del Sistema de Manufactura Esbelta para la Optimización de los procesos de Producción Textil,” Universidad Técnica de Ambato, 2018.
- [33] Capazita, “Identificando las actividades de no valor añadido,” *Capazita*, 2018. <https://capazita.com/identificar-actividades-de-no-valor-anadido/> (accessed Sep. 20, 2021).
- [34] J. Roa and J. Rivera, “Propuesta para el diseño y distribución de planta para las instalaciones de producción de biopinturas mediante técnicas de ingeniería,” Universidad de La Salle, 2017.
- [35] BIRT LH, “Diagrama de recorrido,” *Ikaskuntza Birtual eta Digitalizatuen LHII*, 2017. https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/PPFM/PP/PP05/es_PPFM_PP05_Contenidos/website_213_diagrama_de_recorrido.html (accessed Jun. 19, 2021).
- [36] J. Mugmal, “Organización del trabajo a través de Ingeniería de Métodos y Estudio de Tiempos para incrementar la productividad en el Área de Post-cosecha de la empresa florícola LOTTUS FLOWERS,” *FICA*, vol. I, no. 1, pp. 2–8, 2017.
- [37] J. Sánchez, “Seminario de Problemas de Ingeniería,” Huacho, 2017.
- [38] D. Hernández and M. Saavedra, “Estudio de Métodos y Tiempos en el Proceso de Preparación en la Empresa Belleza Express S.A.,” Universidad ICESI, 2019.
- [39] Instituto Nacional de Aprendizaje, “Fórmula para calcular el tiempo estándar,” *Moodle*, 2019. https://www.inapidte.ac.cr/pluginfile.php/10795/mod_resource/content/1/GPIMR2/formula.html (accessed Sep. 14, 2021).
- [40] S. Maldonado, “Estudio de tiempo y movimientos para la mejora de productividad en la línea de ropa interior en una empresa de confección,” Universidad de las Américas, 2018.
- [41] A. Alejandrina, J. Vásquez, J. Medina, and Z. Cruz, “Determinación de tiempo estándar en los camiones para la recolección de residuos sólidos en Altamira Tamaulipas,” *Operaciones Tecnológicas*, vol. I, no. 4, pp. 31–43, 2017.

- [42] R. Chase and R. Jacobs, *Administración de Operaciones*, 13th ed. México DF: McGraw Hill Interamericana de México S.A. de C.V., 2014.
- [43] FlexSim, “Software de Modelado y Análisis de Simulación 3D,” *FlexSim Software Products, Inc.*, 2014. <https://www.flexsim.com/es/> (accessed Jul. 12, 2021).
- [44] W. Pinto, “Implementación de Talleres Basados en el Software de Simulación FlexSim para la Asignatura Técnicas Modernas de Optimización,” Universidad Industrial de Santander, 2013.
- [45] K. Eby, “Everything You Need to Know About Theory of Constraints,” *Smartsheet Inc.*, 2017. <https://www.smartsheet.com/all-about-theory-of-constraints> (accessed Apr. 15, 2021).
- [46] W. Urban, “TOC implementation in a medium-scale manufacturing system with diverse product routing,” *Production and Manufacturing Research*, vol. 7, no. 1, pp. 178–194, 2019, doi: 10.1080/21693277.2019.1616002.
- [47] E. Doctorale and A. Cournot, “Theory of constraints (TOC) as an operations improvement methodology at the private healthcare sector in Cyprus to cite this version: Université de Strasbourg,” Université de Strasbourg, 2020.
- [48] G. Heredia, J. Campo, J. Bernal, and R. Tilves, “Modelo de teoría de restricciones con consideraciones de optimización y simulación – Un caso de estudio,” *Revista Espacios*, vol. XXXIX, no. 3, p. 10, 2017.
- [49] X. Carrión, “Análisis de la aplicación de la Teoría de Restricciones (TOC) en la industria como un sistema de mejoramiento continuo,” Universidad Andina Simón Bolívar, 2020.
- [50] F. Guananga, “Aplicación de la Teoría de Restricciones y su incidencia en los costos de producción de la empresa MIVIRN de la ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo,” Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2017.
- [51] L. Cortabarría, S. Martínez, and O. Mendoza, “Diseño, implementación y análisis de una metodología para aplicar TOC a empresas metalmecánicas con restricciones físicas internas – caso de aplicación: Colombia,” *Revista Espacios*, vol. XXXVII, no. 31, p. 30, 2016.
- [52] Economipedia, “Utilidad Neta,” *Economipedia*, 2017. <https://economipedia.com/definiciones/utilidad-neta.html> (accessed Oct. 09, 2021).

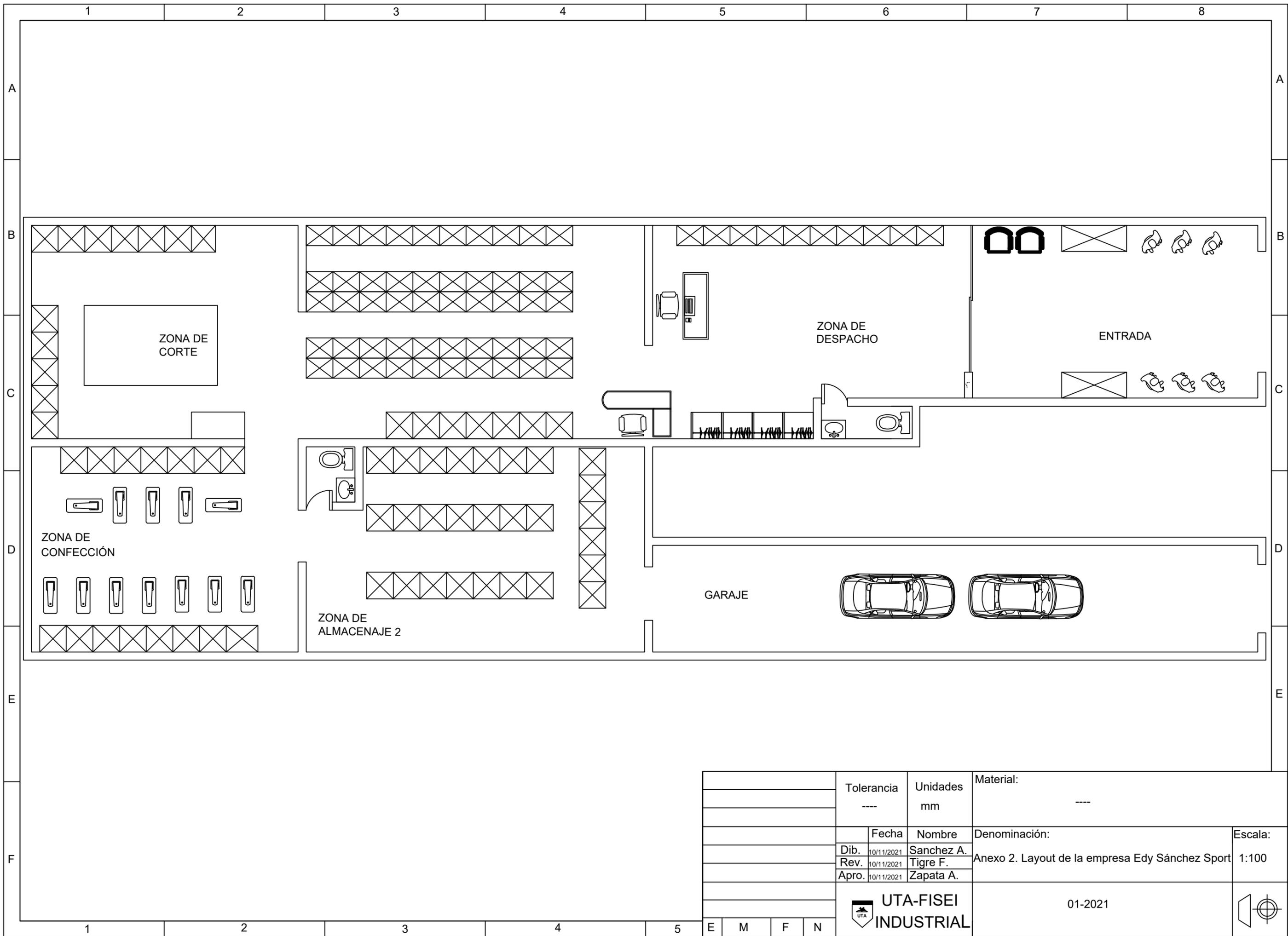
ANEXO

Anexo 1: Familias de productos

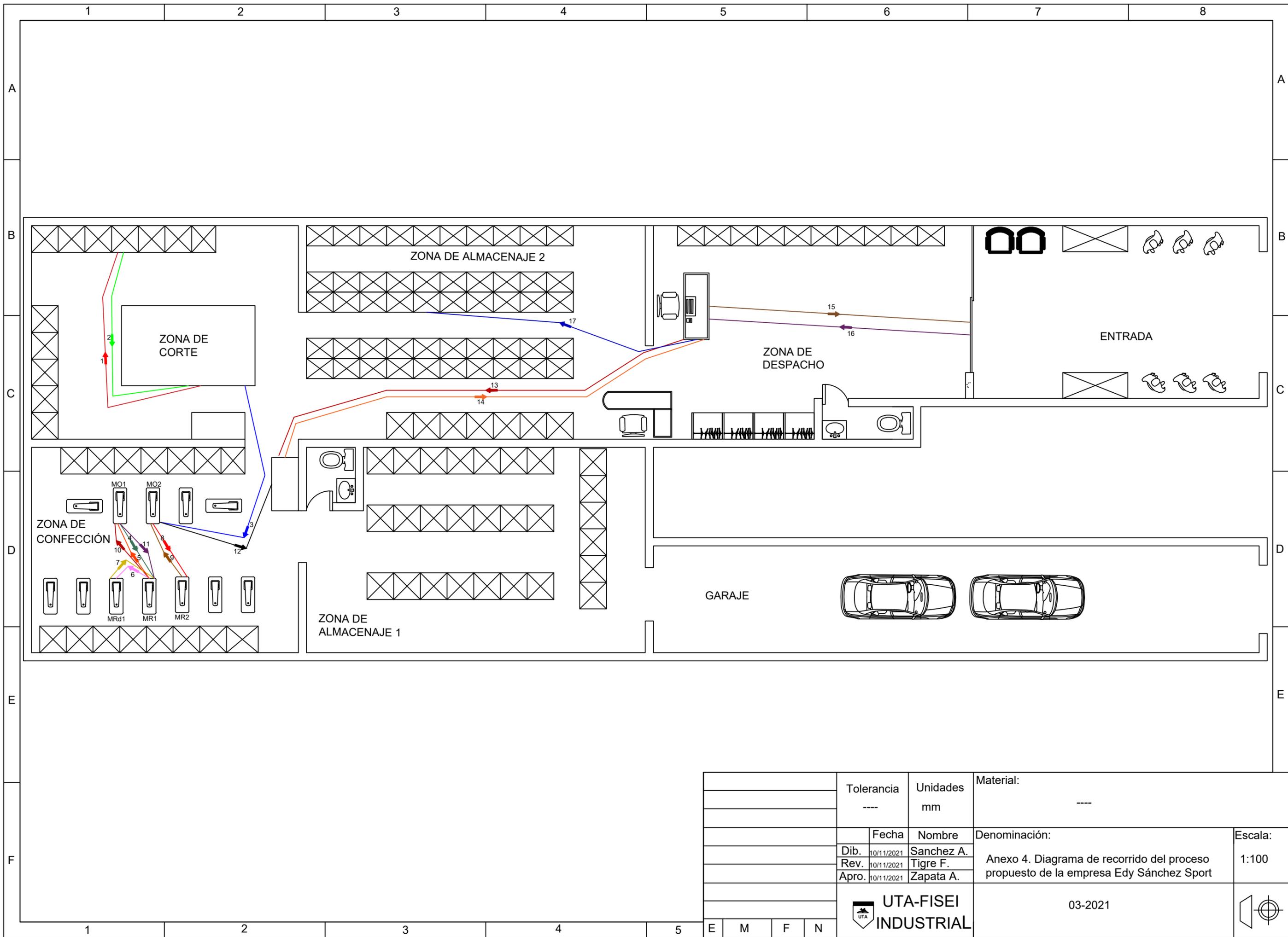
N	Código Producto	Código Familia	Venta 2018 (unidades)		Venta 2019 (unidades)		Promedio Anual (unidades)		Precio Unitario (\$)
			Producto	Total	Producto	Total	Producto	Total	
1	BL_C_34	F1_C_34	22	51	28	68	34	35	7,00
2	JLM_C_34		29		40		35		
3	BL_C_36	F2_C_36	28	82	31	104	32	32	8,00
4	JLM_C_36		31		49		32		
5	RÑ_C_36		23		24		32		
6	JLM_C_38	F3_C_38	30	87	47	106	39	98	8,00
7	BL_C_38		31		30		31		
8	RÑ_C_38		26		29		28		
9	RÑ_CH_36	F4_CH_36	27	82	34	91	31	88	12,00
10	LC_CH_36		31		26		29		
11	BL_CH_36		24		31		28		
12	SDG_CH_36	F5_CH_36	51	82	54	84	53	84	15,00
13	IM_CH_36		31		30		31		
14	RÑ_CH_38	F6_CH_38	23	75	32	84	28	81	12,00
15	LC_CH_38		27		26		27		
16	BL_CH_38		25		26		26		
17	SDG_CH_38	F7_CH_38	47	79	50	77	49	79	15,00
18	IM_CH_38		32		27		30		
19	IM_CH_40	F8_CH_40	24	50	28	53	26	52	15,00
20	SDG_CH_40		26		25		26		

Anexo 1: Familias de productos (Continuación 1)

N	Código Producto	Código Familia	Venta 2018 (unidades)		Venta 2019 (unidades)		Promedio Anual (unidades)		Precio Unitario (\$)
			Producto	Total	Producto	Total	Producto	Total	
21	JLM_PL_32	F9_PL_32	37	66	40	65	39	66	11,00
22	PIO_PL_32		29		25		27		
23	BL_PL_34	F10_PL_34	29	48	33	62	31	55	9,00
24	JBP_PL_34		19		29		24		
25	JLM_PL_34	F11_PL_34	45	77	48	76	47	77	12,00
26	PIO_PL_34		32		28		30		
27	BL_PL_36	F12_PL_36	26	88	33	97	30	94	10,00
28	LC_PL_36		33		28		31		
29	RÑ_PL_36		29		36		33		
30	IM_PL_36	F13_PL_36	33	86	32	88	33	88	12,00
31	SDG_PL_36		53		56		55		
32	BL_PL_38	F14_PL_38	27	81	28	90	28	87	10,00
33	LC_PL_38		29		28		29		
34	RÑ_PL_38		25		34		30		
35	IM_PL_38	F15_PL_38	34	83	29	81	32	83	12,00
36	SDG_PL_38		49		52		51		
37	PIO_PL_38	F16_PL_38	24	64	35	77	30	71	14,00
38	JLM_PL_38		40		42		41		
39	SDG_PL_40	F17_PL_40	28	54	27	57	28	56	12,00
40	IM_PL_40		26		30		28		



	Tolerancia	Unidades	Material:	
	----	mm	----	
	Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
Dib.	10/11/2021	Sanchez A.	Anexo 2. Layout de la empresa Edy Sánchez Sport	1:100
Rev.	10/11/2021	Tigre F.		
Apro.	10/11/2021	Zapata A.		
			01-2021	
	E	M	F	N



	Tolerancia	Unidades	Material:	
	----	mm	----	
	Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
Dib.	10/11/2021	Sanchez A.	Anexo 4. Diagrama de recorrido del proceso propuesto de la empresa Edy Sánchez Sport	1:100
Rev.	10/11/2021	Tigre F.		
Apro.	10/11/2021	Zapata A.		
			03-2021	
	E	M	F	N