



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROPUESTA DE MEJORA EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE “CALZADO”
EN LA EMPRESA FABRILFAME S.A., BASADA EN TIEMPOS Y
MOVIMIENTOS

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Producción Industrial

Profesor guía:
Matemático Nelson Alomoto

Autor:
Diego Vinicio Chiluiza Espín

Año
2014

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos para un adecuado desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

Nelson Alomoto
Matemático
C.I.: 170590026-2

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

Diego Vinicio Chiluiza Espín

C.I.: 1803270725

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por haberme otorgado la vida.

A mis padres y hermanos por ser el pilar fundamental de mis acciones.

A la prestigiosa Universidad De Las Américas por brindarme el conocimiento y la razón de prepararme día a día y ser mejor persona.

Al Matemático Nelson Alomoto por sus enseñanzas, planificación y dirección presente del proyecto.

Al Ingeniero Fabián Rosero Gerente de la Empresa FABRILFAME S.A. por permitir desarrollar el proyecto de tesis y brindarme su confianza.

Diego

DEDICATORIA

A mis PADRES Wilson e Isabel, por su incansable sacrificio que realizan por formarme como un ser humano y por su amor incondicional.

A mi HERMANOS Fernando y Santiago por ser mis confidentes y la razón de mi vida.

A mis familiares y amigos por su constante apoyo.

A mis maestros y compañeros que permitieron compartir una etapa muy bonita en mi vida.

Diego

RESUMEN

El estudio de tiempos y movimientos en una empresa de producción, es la parte esencial para estandarizar los procesos y reducir el tiempo en que se efectúan las operaciones. Incrementa la productividad y competitividad de la organización. En función de los tiempos se establece estándares, lo que ayuda a tener una planificación adecuada y poder proyectarse al futuro de manera eficaz y eficiente.

En FABRILFAME S.A., se pretende optimizar la producción, a través del estudio de tiempos y movimientos en la línea de confección de "Calzado", el producto bota patuca. Para el desarrollo del presente proyecto, se utilizará una herramienta de simulación, la cual representará la situación actual y futura, una vez analizado y establecido las oportunidades de mejora. Finalmente se detallará los resultados obtenidos del proyecto.

ABSTRACT

The study of times and movements in a production company, is essential to standardize processes and reduce the time that the operations are carried out. Increases productivity and competitiveness of the organization. Based on the time standard set, which helps to have proper planning and to project into the future effectively and efficiently.

In FABRILFAME S.A., is intended to optimize production, through the study of times and movements in the line of confection "shoes", the boot Patuca product. For the development of this project, a simulation tool will be used, which represent existing and future situation, once analyzed and established the opportunities for improvement. Finally the results of the project will be detailed.

ÍNDICE

PRÓLOGO	1
1 INTRODUCCIÓN	2
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo general	2
1.1.2 Objetivos específicos	2
1.1.3 Alcance	2
1.1.4 Justificación	3
1.2 La industria textil	4
1.3 Descripción de la empresa	5
1.3.1 Reseña histórica	5
1.3.2 Ubicación	6
1.3.3 Pilares estratégicos	7
1.3.4 Actividad que realiza fabrilfame s.a.	8
1.3.5 Estructura orgánica	9
1.3.6 Personal	11
1.3.7 Infraestructura	11
1.3.8 Capacidad de producción de la planta	12
1.3.9 Líneas de producción	12
1.3.10 Innovación del producto	14
1.3.11 Servicio	15
1.3.12 El cliente	15
1.3.13 La competencia	16
1.4 Descripción del problema	17
2 MARCO TEÓRICO	19
2.1 Productividad	19
2.2 Proceso	20
2.3 Mejoramiento continuo	21
2.4 Importancia del estudio de tiempos y movimientos	22
2.4.1 Estudio de tiempos	22
2.4.1.1 Técnicas en la toma de tiempos	23
2.4.1.2 Observaciones necesarias para registrar tiempos	23
2.4.1.3 Selección de la operación	24
2.4.1.4 Tipo de operario que debe elegirse para el estudio	24
2.4.1.5 Actitud del analizador hacia el trabajador	24
2.4.2 Ejecución del estudio de tiempos	24
2.4.3 Aparatos para registrar los tiempos	25
2.4.3.1 Toma de tiempos con cronómetro	25
2.4.3.2 Hoja de cálculo para el estudio de tiempos	26
2.4.4 Valoración del ritmo de trabajo	26
2.4.4.1 Suplementos del estudio de tiempos	27
2.4.4.2 Tiempo normal	27
2.4.4.3 Tiempo tipo o tiempo estándar	27

2.4.4.4	Tiempo takt.....	28
2.5	Estudio de métodos.....	28
2.6	Simulación.....	32
2.6.1	Ventajas de la simulación.....	32
2.6.2	Software de simulación.....	33
2.6.3	Software de simulación simul8.....	33
2.6.3.1	Barra de herramientas.....	34
2.6.3.2	Áreas de aplicación.....	40
2.7	Indicadores.....	41
3	SITUACIÓN ACTUAL DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN..	42
3.1	Estudio preliminar.....	42
3.2	Diagramas y descripción del proceso.....	42
3.3	Análisis del proceso.....	47
3.4	Descripción de las operaciones.....	48
3.5	Distribución de la planta.....	49
3.6	Maquinaria y equipos.....	50
3.7	Condiciones laborales.....	52
3.8	Estudio del tiempo actual.....	53
3.9	Número de observaciones para estudio de tiempos.....	54
3.10	Nomenclatura del formato.....	55
3.10.1	Tiempo promedio.....	55
3.10.2	Actuación de velocidad.....	56
3.10.3	Suplemento.....	56
3.10.4	Cálculo del tiempo estándar.....	59
3.10.5	Toma de tiempos actuales.....	59
3.11	Análisis de métodos.....	63
3.12	Diagrama de operaciones.....	66
3.13	Cursograma analítico.....	68
3.14	Diagrama de flujo del proceso.....	68
3.15	Centros de trabajo.....	68
3.16	Análisis de resultados.....	73
3.17	Simulación del proceso actual.....	81
3.17.1	Propiedades de reloj.....	81
3.17.2	Información de start point.....	82
3.17.3	Centros de trabajo “ficticio”.....	83
3.17.4	Centros de trabajo “proceso”.....	84
3.17.5	Centros de trabajo “reproceso”.....	85
3.17.6	Colas o queue.....	86
3.17.7	Centros de trabajo “transporte”.....	86
3.17.8	Salidas o end.....	87
3.17.9	Proceso de simulación.....	88
3.17.10	Resumen de los resultados simul8.....	89
3.17.11	Validación del modelo.....	91

4 PROPUESTA DE MEJORA	92
4.1 Mejoramiento continuo	92
4.2 Control en los procesos.....	92
4.3 Cursograma analítico de la propuesta de mejora	94
4.4 Diagrama de flujo de la propuesta de mejora	97
4.5 Mejora del estudio de tiempos y movimientos	99
4.6 Estandarización de procesos y operaciones.....	100
4.7 Balance de operarios	106
4.7.1 Propuesta de sistema modular en la sección aparato	106
4.7.2 Resultado de balance de las líneas de calzado	110
4.8 Análisis de disponibilidad de máquinas	110
4.9 Otros factores a considerar	112
4.10 Seguridad y salud en el trabajo.....	113
4.11 Resultados esperados de la mejora del proceso	113
4.12 Simulación de la propuesta de mejora	115
4.12.1 Eficiencia del centro de trabajo de aparato.....	117
4.12.2 Propuesta del modelo de la simulación	118
4.12.3 Resultados de la mejora del modelo.....	119
5 COSTO / BENEFICIO	121
5.1 Costo / beneficio	121
5.2 Detalle de costos de producción	121
5.3 Costo de producción	122
5.4 Costo de venta al publico.....	126
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	127
6.1 Conclusiones	127
6.2 Recomendaciones.....	128
REFERENCIAS	129
ANEXOS	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Máquina punteadora del año 1932.....	5
Figura 2. Ubicación geográfica FABRILFAMES S.A. (MATRIZ).....	6
Figura 3. Ubicación geográfica FABRILFAMES S.A. (SUCURSAL).	6
Figura 4. Estructura Orgánica.	9
Figura 5. Máquinas de confección.....	11
Figura 6. Productos de vestuario.....	12
Figura 7. Productos de calzado.....	13
Figura 8. Productos de camping.....	14
Figura 9. Gráfico evolución de ventas.	16
Figura 10. Gráfico principal competidor.....	17
Figura 11. Modelo de elementos en un proceso.	21
Figura 12. Símbolos de los therbligs.	29
Figura 13. Simbología a utilizar en el diagrama de flujo de operaciones.	31
Figura 14. Barra de herramientas.....	35
Figura 15. Icono de entrada.	35
Figura 16. Icono queue o cola.	36
Figura 17. Icono de centro de trabajo.....	37
Figura 18. Icono salida.	37
Figura 19. Icono recurso.....	38
Figura 20. Icono flecha.....	38
Figura 21. Icono reloj.....	39
Figura 22. Proceso de fabricación de una bota.	42
Figura 23. Diagrama de proceso de fabricación de una prenda.....	46
Figura 24. Proceso de calzado bota patuca.	47
Figura 25. Proceso de confección de calzado.....	48
Figura 26. Distribución de la planta de Producción de Calzado.	49
Figura 27. Tablero para registro de datos.	53
Figura 28. Cronómetro.	54
Figura 29. Estudio de movimientos para la operación unir fuelle con capellada.	63
Figura 30. Patrón de movimientos, operación 500.	64
Figura 31. Diagrama bimanual, unir fuelle con caña	65
Figura 32. Proceso bota patuca.	66
Figura 33. Diagrama de operaciones bota patuca.....	67
Figura 34. Layout de flujo de proceso de la bota patuca.....	72
Figura 35. Propiedades del reloj.....	82
Figura 36. Información de entrada.	83
Figura 37. Centro de trabajo ficticio.....	84
Figura 38. Proceso de centros de trabajo.	85
Figura 39. Centro de reproceso.....	85
Figura 40. Cola.....	86
Figura 41. Centro de transporte.	87
Figura 42. Salida de sistema.	87
Figura 43. Modelo lógico de sistema de producción de la bota patuca.	88
Figura 44. Indicadores de productividad.	90
Figura 45. Diagrama de operaciones. Propuesta de mejora.	93
Figura 46. Eliminación de tiempos improductivos.	94

Figura 47. Layout de propuesta.....	98
Figura 48. Mejora de tiempo de ciclo.	114
Figura 49. Mejora de producción diaria	115
Figura 50. Operaciones balanceadas.....	116
Figura 51. Trabajo al 50% en cada módulo.....	117
Figura 52. Cuadro de trabajos realizados de manera completa	117
Figura 53. Propuesta de mejora del modelo de simulación.....	118
Figura 54. Programación de indicador de productividad.	119
Figura 55. Productividad del sistema.	120
Figura 57. Hoja técnica de materiales.	123
Figura 58. Detalle de costos.....	125
Figura 59. Detalle de ganancia por par de botas.....	126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evolución de ventas.....	15
Tabla 2. Principal competidor	16
Tabla 3. Listado de máquinas de la planta de calzado	50
Tabla 4. Número de observaciones necesarias mediante Westinghouse	55
Tabla 5. Valores del suplemento	56
Tabla 6. Hoja de tiempos.....	60
Tabla 7. Resumen diagrama de operaciones	68
Tabla 8. Centros de trabajo bota patuca.....	69
Tabla 9. Cursograma analítico bota patuca.	69
Tabla 10. Hoja de balance de la prenda	76
Tabla 11. Indicadores de productividad	89
Tabla 12. Resultados de la validación de modelo SIMUL8	91
Tabla 13. Resumen de propuesta de diagrama de operaciones.....	94
Tabla 14. Propuesta del cursograma analítico de la bota patuca.....	95
Tabla 15. Hoja de balance de la prenda bota patuca	102
Tabla 16. Hoja para elaboración de un módulo de trabajo	106
Tabla 17. Distribución de operaciones por cada persona.....	108
Tabla 18. Soporte para los dos módulos	109
Tabla 19. Resumen balanceado de procesos y operarios.....	110
Tabla 20. Maquinaria para el proceso de corte	110
Tabla 21. Maquinaria para el proceso de aparado.....	111
Tabla 22. Maquinaria el para proceso de armado.....	111
Tabla 23. Maquinaria para el proceso de good year	111
Tabla 24. Maquinaria para el proceso de acabado	112
Tabla 25. Cuadro comparativo de resultados	114
Tabla 26. Indicadores de productividad	119
Tabla 27. Tabla de resultados	120

PRÓLOGO

El presente proyecto está enfocado en optimizar el proceso productivo por medio del estudio de tiempos y movimientos en la Empresa FABRILFAME S.A., en la línea de confección de calzado, producto bota patuca.

Los capítulos desarrollados para el presente proyecto son:

El Capítulo I hace referencia a la introducción de la empresa, identificación de problemas, objetivos generales y específicos del tema propuesto.

El Capítulo II revisa el marco teórico, describe términos y definiciones acerca del estudio de tiempos y movimientos, y herramientas a utilizar.

El Capítulo III expone la situación actual de la línea de producción, registro de toma de tiempos, factores de actuación de velocidad y tolerancias para el cálculo del tiempo estándar. Diagrama de operaciones, y la programación del proceso productivo en el Software de Simulación SIMUL8.

El Capítulo IV presenta la propuesta de mejora del proceso productivo a través del Software de Simulación SIMUL8. Busca incrementar la productividad mediante el balance de operaciones y operarios, reducir tiempos de transporte y fallos de calidad.

El Capítulo V hace referencia el análisis comparativo del costo - beneficio entre la situación actual y la propuesta de mejora del proyecto.

El Capítulo VI puntualiza las conclusiones y recomendaciones obtenidas al haber culminado el proyecto.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Plantear un modelo de mejora continua para aumentar la productividad de la fabricación de la “Bota Patuca”, en la línea de Producción de Calzado de la Empresa FABRILFAME S.A.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar un adecuado estudio de tiempos y movimientos, tomando en cuenta los distintos factores que puedan influenciar al confeccionar un producto.
- Desarrollar dos simulaciones de procesos, la primera de acuerdo al estado actual de la planta y la otra planteando el modelo de mejora continua.
- Plantear una mejora del proceso productivo optimizando el layout, tiempos y movimientos y mejora continua.
- Analizar el impacto económico que el modelo planteado generaría con relación a la situación actual.

1.1.3 Alcance

El alcance del presente trabajo de titulación es realizar un estudio de tiempos y movimientos para la elaboración de la Bota Patuca en la línea de producción “Calzado” en la empresa FABRILFAME S.A.

Dicho estudio incluirá dos simulaciones: una del estado actual de la planta y la otra que es la propuesta del proyecto para la mejora. Aquí también se incluirá una mejora del layout de la planta. Por otra parte al desarrollar el estudio de tiempos y movimientos, se analizará los distintos factores que intervienen en el proceso de producción y se detallará las medidas adoptadas para mejorar la productividad en la empresa.

Para alcanzar el cumplimiento mencionado, se utilizará herramientas y conocimientos adquiridos en la Carrera de Ingeniería en Producción Industrial como: Medición del trabajo y la productividad, Gestión de procesos, Simulación de procesos, Administración de la producción, y Mejoramiento continuo. Otro tipo de apoyo es la experiencia adquirida en las pasantías realizadas.

1.1.4 Justificación

En la industria manufacturera FABRILFAME S.A., el estudio de tiempos y movimientos es una técnica muy útil, ya que se puede determinar estándares de tiempo, los cuales sirven para:

- Realizar la planificación de la producción.
- Determinar el costo de fabricación de un producto.
- Establecer el número de personas necesarias para la confección de un producto.
- Analizar los cuellos de botella.
- Cotizar un producto y el tiempo de entrega del mismo; y,
- Conocer la capacidad máxima de producción de la planta.

1.2 LA INDUSTRIA TEXTIL

“Los inicios de la industria textil ecuatoriana se destacan en la época de la colonia entre 1580 y 1620, cuando la lana de oveja era utilizada en los obrajes donde se fabricaban los tejidos.

Las primeras industrias que aparecieron se dedicaron al procesamiento de la lana para su determinado fin, hasta que a inicios del siglo XX se introduce el algodón, siendo la década de 1950 cuando se consolida la utilización de esta fibra. Hoy por hoy, la industria textil ecuatoriana fabrica productos provenientes de todo tipo de fibras, siendo las más utilizadas el ya mencionado algodón, el poliéster, el nylon, los acrílicos, la lana y la seda.

A lo largo del tiempo, las distintas empresas relacionadas con la actividad textil, ubicaron sus instalaciones en diferentes ciudades del país. Volviendo la mirada arriba tenemos que las ciudades con mayor número de industrias dedicadas a esta actividad son: Pichincha, Imbabura, Tungurahua, Azuay y Guayas.

La diversificación en el sector ha permitido que se fabrique un sinnúmero de productos textiles en el Ecuador, siendo los hilados y los tejidos los principales en volumen de producción. No obstante, cada vez es mayor la producción de confecciones textiles, tanto las de prendas de vestir como de manufacturas para el hogar.

El sector textil genera varias plazas de empleo directo en el país, llegando a ser el segundo sector manufacturero que más mano de obra emplea, después del sector de alimentos, bebidas y tabacos. Según estimaciones hechas por la Asociación de Industriales Textiles del Ecuador – AITE, alrededor de 50.000 personas laboran directamente en empresas textiles, y más de 200.000 lo hacen indirectamente” AITE (s.f.). Pág. Institucional. Recuperado el 14 de junio de 2013 de <http://www.aite.com.ec/>.

1.3 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.3.1 Reseña Histórica

“FABRILFAME, comienza sus actividades el 20 de Julio de 1950, con la apertura de la Fábrica de Calzado del Ejército (CALINCEN). El 24 de Abril de 1968, se asocia con el taller de confecciones del Ejército y pasa a conformar la Fábrica de Calzado y Vestuario del Ejército.

Tres años más tarde, se inauguran las nuevas instalaciones de la mencionada Fábrica, en el barrio El Pintado de la ciudad de Quito. El 23 de Octubre de 1973 esta empresa pasa a depender de la Dirección de Industrias del Ejército DINE y cambian su denominación por FAME.

El 1 de Julio del 2004 se llevó a cabo el proceso de fusión por absorción de las empresas FAME, CALINCEN Y FADEMSA y cambió la denominación a FABRILFAME, esto con el objetivo de brindar un mejor servicio a sus clientes, ofreciéndoles mayor variedad de productos y así poder atenderlos con sus tres líneas (vestuario, calzado, equipo)” FABRILFAME (s.f.). Pág. Institucional. Recuperado el 14 de junio de 2013 de <http://www.fabrillfame.com/>.



Figura 1. Máquina punteadora del año 1932.
Tomado de FABRILFAME S.A.

1.3.2 Ubicación

FABRILFAME S.A., cumple con los respectivos permisos de funcionamiento, tanto para la confección como para la venta de sus productos. Su matriz está ubicada en la ciudad de Sangolquí en la Av. General Rumiñahui N. 3976 y Ambato, junto a la ESPE y adicional posee un punto de venta localizado en la ciudad de Quito en Av. Maldonado y Benigno Vela N.-123 S5 Escuela "Ángel de la Guarda" junto al Mezón.



Figura 2. Ubicación geográfica FABRILFAMES S.A. (MATRIZ).
Tomado de Google Maps 2014.



Figura 3. Ubicación geográfica FABRILFAMES S.A. (SUCURSAL).
Tomado de Google Maps 2014.

1.3.3 Pilares Estratégicos

FABRILFAME S.A., posee un Sistema Integrado de Gestión conformado por ISO 9001, ISO 14001 y OSHAS 18001.

VISIÓN:

En el año 2014 ser una empresa rentable, líder en manufactura de productos de uso militar, industrial e institucional en el mercado nacional y con crecimiento en ventas en el mercado regional, mediante:

- Innovación permanente y la personalización del producto.
- Aseguramiento de la calidad del producto, a lo largo de la cadena de suministro.
- Servicio postventa diferenciado, velocidad de reacción y entrega puntual.
- Talento Humano motivado, comprometido y capacitado.

MISIÓN:

Brindar satisfacción, seguridad y garantía a nuestros clientes mediante la producción y comercialización de prendas de uso militar, industrial e institucional de alta calidad a un precio justo, generando rentabilidad para nuestros accionistas. (FABRILFAME, s.f.)

VALORES:

- Compromiso y Lealtad institucional
- Honestidad e integridad
- Ética empresarial y profesional
- Iniciativa y creatividad
- Trabajo en equipo
- Orientación a resultados
- Responsabilidad social y ambiental
- Liderazgo e innovación empresarial
- Seguridad integral.

“POLÍTICA DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN CALIDAD, AMBIENTE, SEGURIDAD Y SALUD”

Ser una empresa de manufactura dedicada a la elaboración y comercialización de vestuario, calzado y equipo de camping de uso militar y civil; comprometidos con el cumplimiento de los requisitos y normas de calidad, con el fin de satisfacer las necesidades de sus clientes a través del desarrollo, innovación e investigación de los productos, aplicando procesos, técnicas, y conceptos modernos que se mantienen a la par de empresas de élite; cumpliendo con la normativa legal vigente dictada por los organismos reguladores considerando el cuidado ambiental y comprometidos con la protección del entorno, manteniendo una cultura en prevención de lesiones, accidentes, y enfermedades profesionales, garantizando condiciones seguras de trabajo, mediante la revisión de sus objetivos y metas del sistema integrado de gestión en conjunto con sus visitantes y clientes externos e internos para promulgar una mejora continua.

Esta política está debidamente documentada, implementada y difundida a todo nivel de FABRILFAME S.A. y las partes interesadas con la supervisión y respaldo de la Gerencia General. (FABRILFAME, s.f.)

1.3.4 Actividad que realiza FABRILFAME S.A.

FABRILFAME S.A., es una empresa cuya actividad económica es la manufactura de confección de uniformes militares e institucionales, ropa de trabajo, calzado, equipo militar y de camping, dirigido a solventar la demanda para los miembros de las Fuerzas Armadas y el Mercado Civil. La empresa forma parte del grupo Holdingdine S.A., Corporación Industrial y Comercial constituida por la Dirección de Industrias del Ejército, (DINE), constituyéndose en un importante generador de empleo en el país.

FABRILFAME S.A. es una de las empresas más grandes en el campo de confección en el país, dirigiendo su labor a brindar el mejor servicio a sus clientes. La empresa mantiene tres líneas de producción dedicadas a: vestuario, calzado, camping, ofreciendo una gran variedad de productos. En sus diferentes líneas procesa entre 35 a 45 mil prendas por mes. En una jornada diaria puede producir un promedio de 2000 prendas. El sistema de producción es flexible ya que su mano de obra es poli funcional, esto permite atender eficazmente órdenes de trabajo en las diferentes líneas de producción. Actualmente, la empresa cuenta con un sistema de administración enfocado a procesos basados en ISO 9001:2008. (FABRILFAME, s.f.)

1.3.5 Estructura Orgánica

La estructura organizacional es de tipo funcional debido a que cada departamento tiene sus actividades definidas y establecidas. Está conformado por una gerencia con apoyo de desarrollo empresarial y siete áreas funcionales: Control de calidad, Finanzas, Responsabilidad social, Talento Humano, Logística, Operaciones y Comercialización.

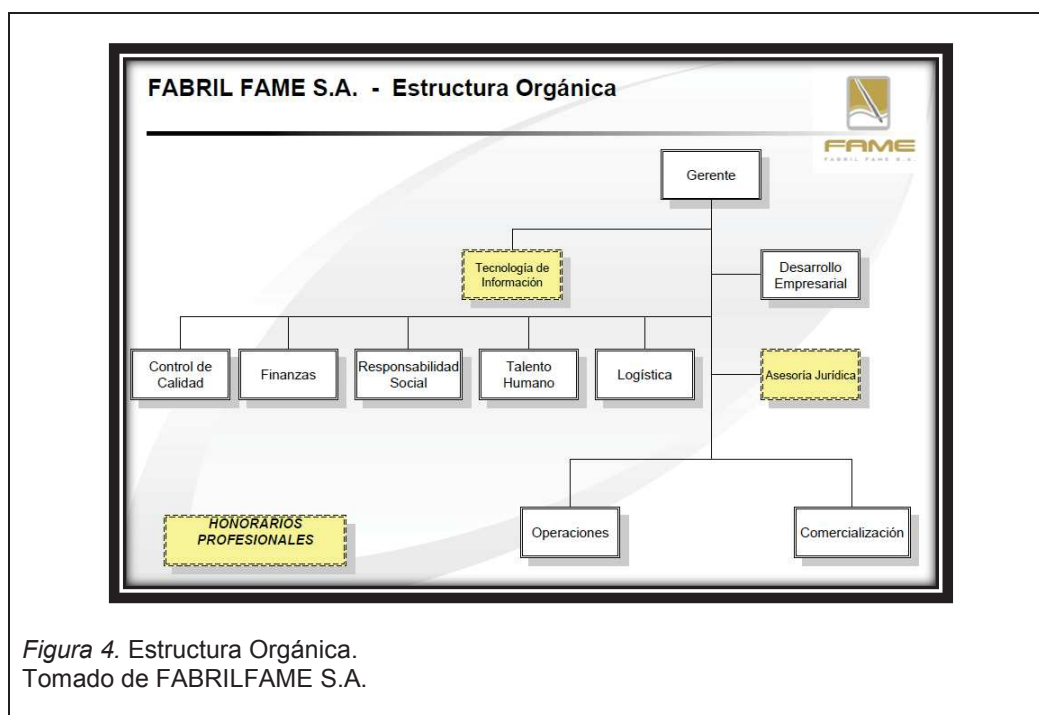


Figura 4. Estructura Orgánica.
Tomado de FABRILFAME S.A.

Gerencia General: Establecer lineamientos para la gestión y mantenimiento del compromiso de la dirección, enfoque al cliente, política del SIG, planificación, responsabilidad, autoridad y comunicación, y revisión por la dirección del sistema integrado de gestión.

Control de Calidad: Analiza y verifica que tanto los insumos como producto terminado cumpla con los requisitos establecidos por el cliente.

Finanzas: Es el encargado de administrar los recursos económicos de la empresa. Está en la capacidad de tomar decisiones de inversión con el objetivo de maximizar los beneficios de la sociedad.

Responsabilidad Social: Proporciona, las directrices para asegurar el bienestar de los trabajadores en toda clase de riesgos laborales; seguridad industrial, salud ocupacional y medio ambiente.

Talento Humano: Apoderado de mejorar la calidad de vida del personal en cuanto a beneficios proporcionados por la empresa, ambiente de trabajo, desarrollo y ejecución de proyectos sociales.

Logística: Establece los lineamientos y procedimientos a seguir para la gestión de cada una de las bodegas de Materia Prima Vestuario, Materia Prima Calzado, Producto Terminado Calzado, Producto Terminado Vestuario, Repuestos, Diseño y Almacenes de la Matriz y Recoleta.

Operaciones: Planifica, coordina, dirige y evalúa las actividades de operaciones productivas en la planta industrial, controla tiempos y movimientos, procesos productivos y su manufactura cumpliendo estándares establecidos.

Comercial: Realiza una planificación y proyección de ventas de acuerdo a la demanda del mercado y considerando la capacidad instalada de la planta de

producción. Está encargado de gestionar las ventas, facturación, llevar un estadístico de quejas y reclamos, y medir la satisfacción del cliente.

1.3.6 Personal

El personal operativo está compuesto por 400 empleados altamente calificados y experimentados, los mismos que pueden ser incrementados en función de necesidades. En algunas ocasiones cuando la demanda ha sido muy elevada, se ha llegado a tener un total de 470 trabajadores.

1.3.7 Infraestructura

La empresa FABRILFAME posee superficie total es de 2,587 m², consta de dos plantas industriales con 5 áreas de trabajo Bodegas: Línea de Corte, Planta de Vestuario y Equipo, Planta de Calzado y Área Administrativa.

Actualmente la empresa cuenta con 550 máquinas, equipos de corte, sistemas de generación de vapor, aire comprimido, energía eléctrica, comunicaciones y sistema informático de última tecnología, y una planta de tratamiento de aguas.

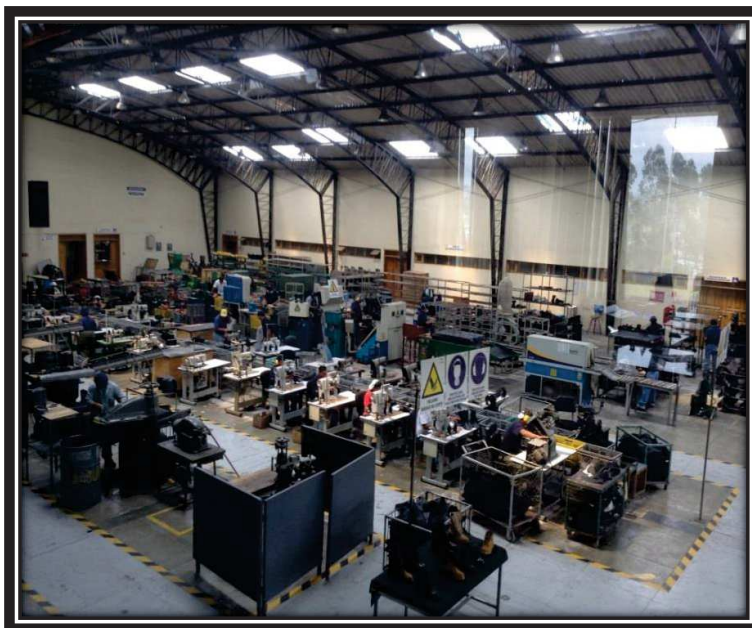


Figura 5. Máquinas de confección.
Tomado de FABRILFAME S.A.

1.3.8 Capacidad de Producción de la Planta

FABRILFAME S.A. es considerada una de las empresas más importantes en el campo de la confección del país. Algunos datos de sus volúmenes de producción son:

- En sus diferentes líneas procesa entre 35 a 45 mil prendas por mes.
- En una jornada diaria puede producir un promedio de 2000 prendas.
- Uniformes pixelados se procesa 400 a 600 unidades por día.
- Camisetas 1200 a 2000 por día.
- Ternos civiles 60 a 90 por día.
- Camisas 200 a 300 por día.
- Botas Patuca de 400 a 450 por día.

1.3.9 Líneas de Producción

Línea de Vestuario

- Uniformes militares para el mercado de las Fuerzas Armadas.
- Uniformes institucionales, ropa de trabajo, ropa deportiva, para el mercado civil.

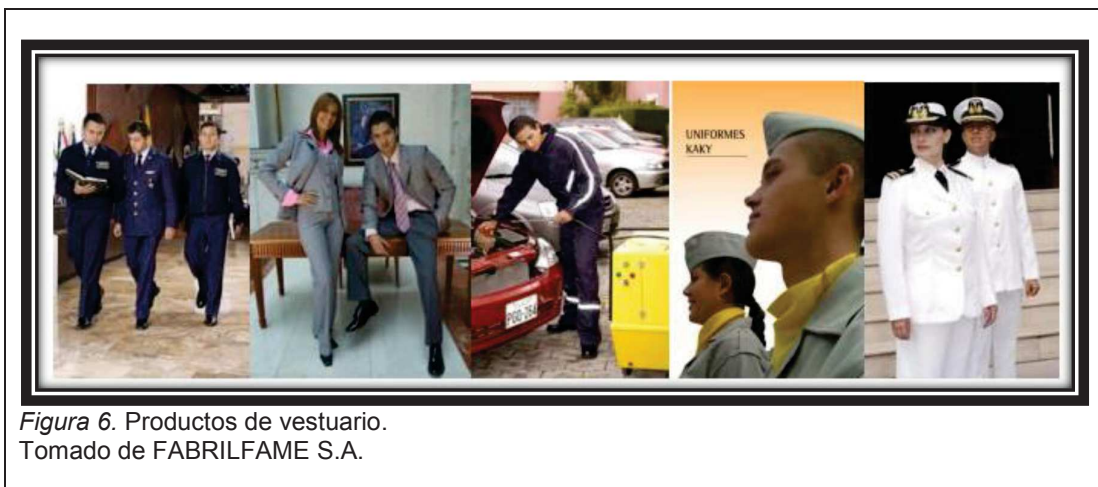


Figura 6. Productos de vestuario.
Tomado de FABRILFAME S.A.

Línea de Calzado

- Botas militares
- Botas industriales
- Calzado de seguridad
- Zapatos de charol



Figura 7. Productos de calzado.
Tomado de FABRILFAME S.A.

Línea Camping

- Accesorios de campaña y equipo de camping
- Chalecos antibalas
- Suspenders
- Mosquiteros
- Cantimploras
- Sleeping bags
- Bolsos y mochilas
- Carpas modulares
- Hamacas



Figura 8. Productos de camping.
Tomado de FABRILFAME S.A.

Los clientes más importantes son: Municipio de Quito, Policía Metropolitana de Quito, Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, Empresa Metropolitana de Agua Potable, Fuerza Aérea Ecuatoriana, Fuerza Terrestre, Fuerza Naval, Escuela de Grumetes, Colegios Militares del País, Ejército de Chile, Escolta Presidencial, Ministerio de Salud, Municipio de Loja, Universidad Técnica de Loja, Municipio de Cuenca, Municipio de Riobamba, Cervecería Sudamericana, Dirección Nacional de Rehabilitación Social, Petro Ecuador, Servicio de Rentas Internas (SRI), Dirección de Aviación Civil (DAC), entre otros.

1.3.10 Innovación del Producto

Diseño de calzado industrial y militar, acorde a las necesidades y requisitos del cliente, con el cumplimiento de normas internacionales de seguridad industrial para ofrecer productos actuales y con precios competitivos, utilizando materiales de última tecnología, así como: termoplásticos, plantas en poliuretano, termoplástico poliuretano, poliuretano caucho y cueros procesados para cada uso.

Se están desarrollando prototipos de varios productos que se ajusten a las necesidades requeridas por los distintos clientes, esto implica nuevos modelos y tecnología de punta para su fabricación.

1.3.11 Servicio

FABRIL FAME S.A. asesora a los clientes en la elección de telas, tipos de calzado, diseños, entre otros. Además brinda asistencia de post venta (distribución, entrega en el punto de venta o en el sitio que el cliente disponga).

Esto permite tener un constante seguimiento de la aceptación del servicio, garantizando la fidelidad del cliente. Mediante línea telefónica, página Web de FABRILFAME o el Departamento de Comercialización donde se evalúa la satisfacción del cliente, caso contrario se toma medidas correctivas. (FABRILFAME, s.f.)

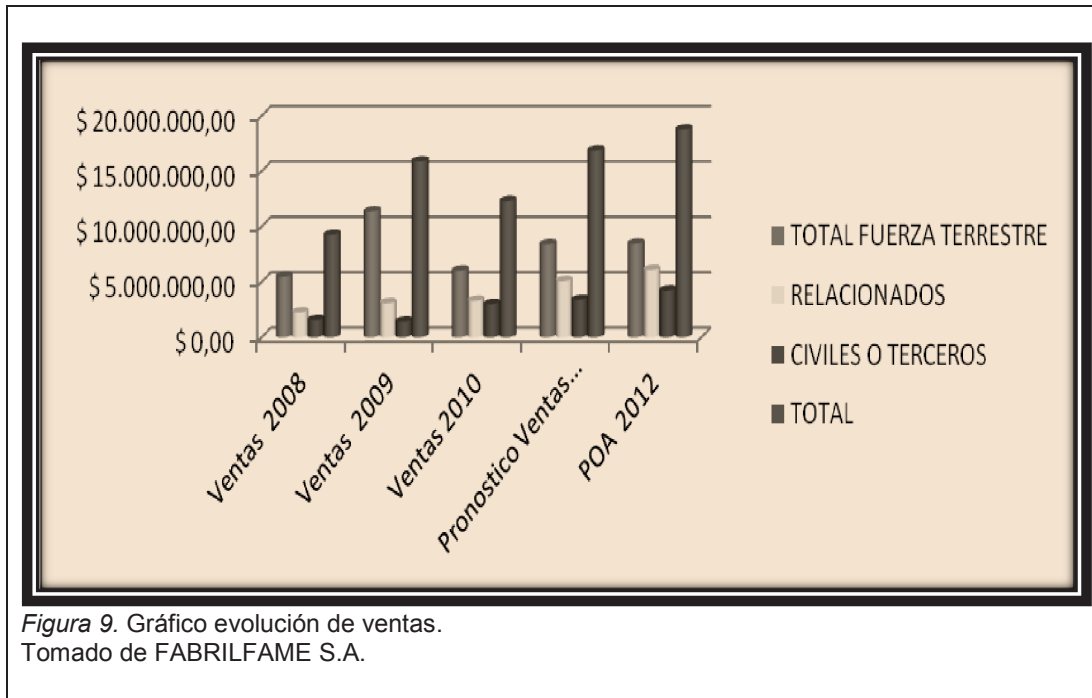
1.3.12 El Cliente

En la Tabla 1 y Figura 9 se evidencia el comparativo presupuestario por tipo de cliente entre el año 2008 y 2012.

Tabla 1. Evolución de ventas

Tipo de Cliente	Ventas 2008	Ventas 2009	Ventas 2010	Pronostico Ventas 2011	POA 2012
TOTAL FUERZA TERRESTRE	\$ 5,465,789.69	\$ 11,370,763.85	\$ 6,010,117.67	\$ 8,391,799.20	\$ 8,452,178
RELACIONADOS	\$ 2,235,902.00	\$ 3,083,753.51	\$ 3,299,610.00	\$ 5,072,681.36	\$ 6,084,176
CIVILES O TERCEROS	\$ 1,562,506.00	\$ 1,415,866.02	\$ 2,995,561.12	\$ 3,388,866.91	\$ 4,219,147
TOTAL	\$ 9,264,197.69	\$ 15,870,383.38	\$ 12,305,288.79	\$ 16,853,347.47	\$ 18,755,500.8

Tomado de FABRILFAME S.A.



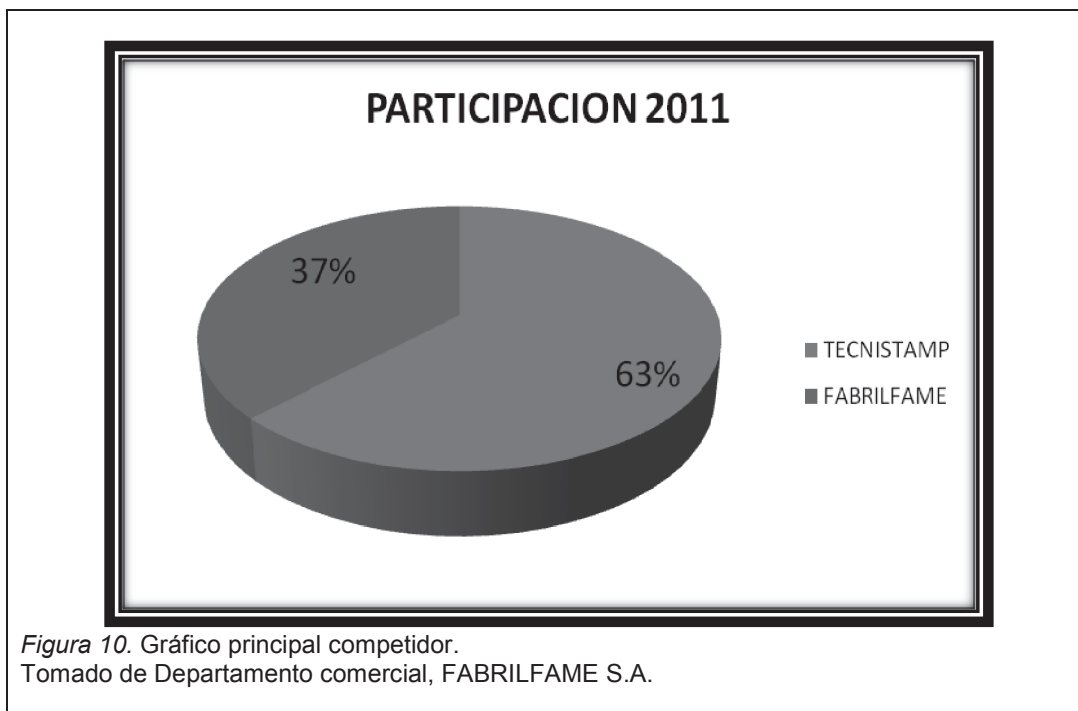
1.3.13 La Competencia

Por la similar estructura comercial y de producción, la empresa TECNISTAMP, es la única en el mercado que se compara con FABRILFAME S.A., se presenta en la Tabla 2 y Figura 10 la participación de ventas entre el año 2009 y 2011.

Tabla 2. Principal competidor

EMPRESAS	VENTAS 2009 SRI	VENTAS 2010 SRI	PRONOSTICO VENTAS 2011	%PARTICIPACIÓN 2011
TECNISTAMP	\$31.201.025,00	\$25.008.238,00	\$28.104.654,00	63%
FABRILFAME	\$15.870.383,38	\$12.305.593,00	\$15.853.347,47	37%
TOTAL	\$47.071.408,38	\$37.313.876,00	\$44.958.001,47	100%

Tomado del Departamento comercial, FABRILFAME S.A.



1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Al realizar mi persona, un estudio minucioso durante el tiempo de recolección de datos y en conjunto con los integrantes de la empresa, se pudo encontrar varios problemas y determinar los distintos factores que lo hace responsable.

Se evidenciaron problemas como:

1. **Transporte:** Los operarios se movilizan constantemente para retirar material, del puesto de trabajo hacia la mesa principal, ubicada al inicio de la línea de producción.
2. **Operaciones:** No se han estandarizado, ya que existe alto nivel de inventario por proceso, dando como resultado un mayor descontrol del proceso productivo, y disminuyendo la calidad del producto.

3. **Máquinas:** Existe una gran cantidad de máquinas que están defectuosas por falta de repuestos, debido a que son de fabricación antigua y que ya han cumplido su vida útil.

4. **Personal:** Existe varias faltas o permisos por parte de los trabajadores y no se cumple con la jornada de trabajo.

5. **Materiales:** Se solicita los materiales adecuados para la confección, pero hay dos situaciones: la primera no llegan a tiempo y la otra es que no son los apropiados.

2 MARCO TEÓRICO

El objetivo del presente proyecto es plantear una propuesta de mejora a la productividad de la empresa FABRILFAME. A continuación se presenta el marco teórico que sustenta el desarrollo del proyecto.

2.1 PRODUCTIVIDAD

“Productividad es el nivel de rendimiento en que se emplean los recursos disponibles para lograr objetivos predeterminados de manera eficiente y eficaz” (García, 2005, p. 9).

La productividad de una empresa se basa en alcanzar el entusiasmo del cliente, mediante la fabricación y entrega oportuna de productos en cuanto a calidad, precio y plazo de entrega.

Los resultados obtenidos en una empresa según (Gaither y Frazier, 2000, p. 581) son:

- Fabricación de productos necesarios en el tiempo determinado, manteniendo el compromiso de entrega con los clientes.
- Productividad elevada al menor costo de producción, desarrollando planes de mejora continua.
- Mejora de la calidad del producto o servicio, pues todo defecto debe ser corregido inmediatamente.
- Optimización máxima de los recursos productivos, al eliminar despilfarros de tiempos y materiales utilizados. Estableciendo métodos y maneras correctas de fabricación del producto.

- Competitividad y ganancia del mercado satisfaciendo las necesidades del cliente.

Otra definición de productividad menciona:

Medida de la eficiencia del uso de recursos utilizados en la producción. Es el proceso mediante el cual se establecen los recursos disponibles dando seguimiento al cumplimiento de los objetivos establecidos. Con el propósito de entregar productos de calidad que deriven en la satisfacción de los clientes, su fidelidad y sus referencias positivas (Alford y Bangs, 1978, p. 1548).

Por ende, optimizar la productividad en una empresa ayuda a reducir costos de producción, logrando la eficiencia con que se han combinado y utilizado los recursos humanos, tecnológicos y físicos para lograr los resultados deseables.

2.2 PROCESO

Un proceso es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas que interactúan entre sí, las cuales transforman elementos de entrada en resultados (ISO, 9000:2005, p. 7).

El proceso básicamente está conformado por una entrada, la cual es abastecida por insumos de un proveedor, seguido de controles y mecanismos que permite su correcta elaboración y finalmente posee una salida que es el objetivo al cual se quería llegar, y/o además puede ser la entrada a un nuevo proceso.

Con base a las definiciones previas se puede concluir en la Figura 11, los elementos de un proceso.

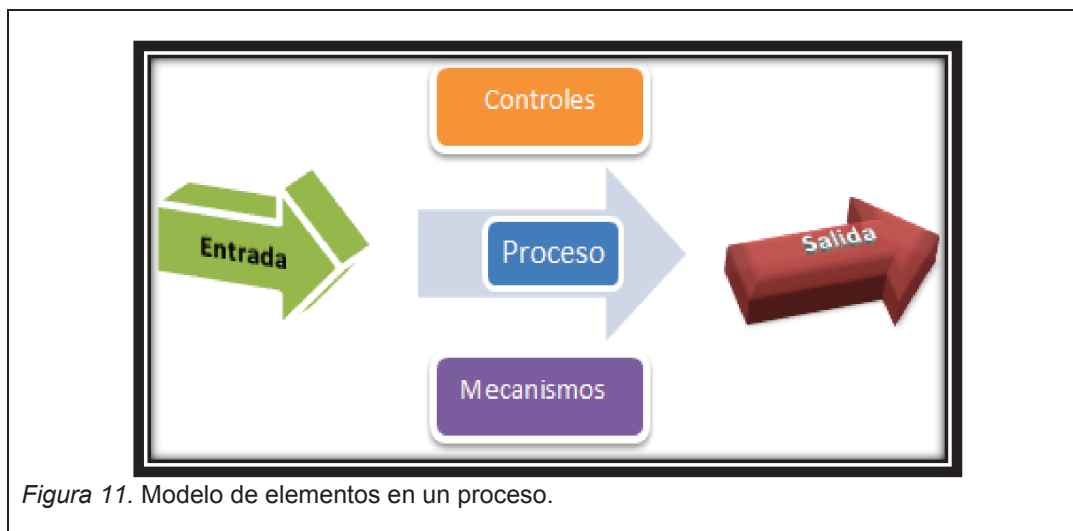


Figura 11. Modelo de elementos en un proceso.

2.3 MEJORAMIENTO CONTINUO

El mejoramiento continuo es la búsqueda permanente de la perfección del funcionamiento del sistema relacionado, por lo tanto analiza la gestión y mejoramiento de los procesos claves de trabajo, con el objetivo de lograr el éxito y sustentabilidad de la organización. Se hace referencia específica a las mediciones e interacciones que requieren la identificación de los puntos críticos en procesos de medición, observación, o interacción. Estas actividades deberían incurrir lo más pronto posible en el proceso de minimizar problemas, los que pueden ser resultado de derivaciones en el desempeño esperado, al establecer niveles de desempeño en proceso o estándares para la toma de decisiones (ISO, 9000:2005).

Entre las técnicas más destacadas y de actual aplicación para el mejoramiento continuo, se tiene el estudio de tiempos y de movimientos, realizado por el cronometraje. De utilidad en la mejora de productividad y planificación del trabajo.

2.4 IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

El estudio de tiempos y movimientos se ha llevado a cabo desde 1920 y actualmente se considera como una técnica necesaria para el funcionamiento eficaz de las empresas e industrias. El estudio de tiempos y movimientos ayuda a mejorar la productividad y planificación del trabajo para su posterior cumplimiento, optimizando los recursos humanos, tecnológicos y físicos necesarios para la producción. Por otra parte el estudio de tiempos es muy útil para poder reducir y controlar costos, mejorar condiciones del entorno y motivar al personal, establecer estándares de tiempo para el control y planificación de la producción, logrando una producción eficiente (Abraham, 2008, p. 6) (Mayers, 2000, p. 1).

2.4.1 Estudio de Tiempos

El estudio de tiempos es una técnica que permite establecer el tiempo necesario para realizar una tarea o actividad, tomando en cuenta las demoras inevitables, descansos personales y agotamiento ineludible del trabajador (Fernández, 1995, p. 311).

Otras definiciones mencionan:

El estudio de tiempos es un análisis de los métodos y los instrumentos utilizados para realizar un trabajo, determinando la mejor manera de hacerlo y el tiempo necesario (Alford y Bangs, 1978, p. 504).

El estudio de tiempos consiste en determinar el tiempo necesario para realizar una operación, tomando en cuenta la dificultad de la tarea (García, 2005, pp. 185-186).

De las definiciones presentadas, se concluye que el estudio de tiempos es una técnica de medida del tiempo para realizar una tarea, con las debidas demoras personales e inevitables y fatiga del trabajador.

2.4.1.1 Técnicas en la Toma de Tiempos

Como García (2005, p. 184) ya lo dijo, algunas técnicas para el estudio de tiempos son:

- Estimación de datos históricos
- Cronometraje
- Medida del tiempo de los métodos
- Datos estándar y fórmulas de tiempo
- Estándares de tiempo de opiniones expertas

Del conjunto de técnicas indicadas para el estudio de tiempos en la presente investigación, se utilizó el cronometraje, técnica de medida del tiempo precisa para realizar una operación, por facilidad de adquisición del instrumento de medición, lectura razonable, resultados confiables, comprensibles y rápidos.

2.4.1.2 Observaciones necesarias para Registrar Tiempos

“El número de ciclos a observarse para determinar un tiempo medio representativo de una operación, se lleva a cabo mediante los siguientes procedimientos” (García, 2005, p. 204):

- Fórmulas estadísticas
- Ábaco de Lifson
- Tabla de Westinghouse a usar
- Criterio de General Electric

2.4.1.3 Selección de la Operación

Consiste en determinar detalladamente la operación que se va a medir, realizando un registro de lo que se está haciendo. Este análisis permite establecer el orden secuencial de las operaciones y comprobar si la operación que se está realizando es necesaria y de ser posible mejorarla (García, 2005, p. 186).

2.4.1.4 Tipo de Operario que debe elegirse para el Estudio

El estudio de tiempos debe llevarse en la práctica con trabajadores constantes y normales, considerando lo siguiente (García, 2005, p. 186):

- Habilidad del operario
- Dispuesto a cooperar
- Contar con el respeto y confianza de sus compañeros de trabajo
- Experiencia y que esté familiarizado con el proceso.

2.4.1.5 Actitud del Analizador hacia el Trabajador

Es conveniente informar a la organización sobre la importancia del estudio de tiempos. Es fundamental que el analizador trabaje con plena cooperación de la organización y del trabajador. Presentarse ante el trabajador y esforzarse para que se interese en el estudio e indicarle que debe estar cómodo y tranquilo y trabajar a un ritmo normal. Se recomienda ubicarse al costado del operario a una distancia aproximada de 1.20 a 1.80 m (Alford y Bangs, 1978, p. 525).

2.4.2 Ejecución del Estudio de Tiempos

Consiste en generar y registrar toda la información obtenida acerca de la operación. Este registro es de utilidad para tener una referencia y poder apreciar los progresos y los métodos de trabajo para mejorarlos. Identificar el

proceso y subdividir en cada operación para apreciar detalladamente información relevante acerca del mismo (García, 2005, p. 187).

Como Alford y Bangs (1978, p. 531) ya lo dijo, los puntos esenciales del análisis de operaciones consisten en:

- Operaciones ejecutadas
- Tarea realizada
- Requisitos sobre inspección
- Especificaciones sobre materiales
- Materiales y trabajos en la manipulación de los procesos
- Máquinas y aparatos auxiliares
- Herramientas, plantillas y dispositivos
- Preparación de la máquina y el trabajo
- Condiciones en que se realiza el trabajo
- Disposición del lugar de trabajo

2.4.3 Aparatos para Registrar los Tiempos

El equipo requerido para llevar a cabo un estudio de tiempos consta de un cronómetro digital, que se medirá el tiempo en minutos y segundos; y hojas de cálculo electrónicas en Excel, donde se almacenará la información obtenida (Alford y Bangs, 1978, p. 516).

2.4.3.1 Toma de Tiempos con Cronómetro

Registrada la información del proceso productivo, lo siguiente consiste en medir el tiempo empleado por el operario para realizar cada tarea del proceso hasta culminar con el producto elaborado, esta técnica se le conoce como cronometraje (García, 2005, p. 195).

Se emplean dos técnicas principales para realizar la toma de tiempos con cronómetro (Neira, 2006, p. 84):

- Método de vuelta a cero: Consiste en leer y anotar el tiempo final de cada actividad, parando y soltando las manecillas y regresando a cero inmediatamente para su marcha. Este método se aplica durante todo el estudio.
- Método continuo o acumulativo: Se pone en marcha el cronómetro al inicio del primer elemento hasta el último sin que éste se detenga, mostrando el tiempo total transcurrido.
- El método a utilizar en el presente proyecto es de vuelta a cero, debido que existen varias operaciones y es más cómodo manejar de manera individual cada una de ellas.

2.4.3.2 Hoja de Cálculo para el Estudio de Tiempos

La hoja de cálculo es una herramienta utilizada para realizar el estudio de tiempos; es una hoja donde se coloca la hoja para las anotaciones de datos u observaciones, sostenida por el analista. En esta hoja se anotan datos tales como el tipo de producto, la fecha de elaboración, proceso analizado, lista de materiales, tipo de máquina utilizada, entre otros. Registrada la información, se procesa los datos en hojas electrónicas en Excel (García, 2005, pp. 197-198).

2.4.4 Valoración del Ritmo de Trabajo

La valoración del ritmo de trabajo consiste en determinar el tiempo necesario por un trabajador para realizar una tarea, analizando los distintos factores que intervienen en la producción, esto se debe realizar a un ritmo normal (García, 2005, pp. 209-210).

2.4.4.1 Suplementos del Estudio de Tiempos

Suplemento es el tiempo que se otorga al trabajador para compensar retrasos, demoras y otros elementos casuales que son parte regular de una tarea.

Como García (2005, p. 229) ya lo dijo, los suplementos para el estudio de tiempos son:

- Retrasos personales
- Retrasos por fatiga (descanso)
- Retrasos especiales

2.4.4.2 Tiempo Normal

El tiempo normal es el tiempo en que tarda un operador normal en producir una unidad de producto. El tiempo normal se calcula (Mayers, 2000, p. 152):

$$T_n = \text{tiempo promedio} * \text{actuación de velocidad} \quad (\text{Ecuación 1})$$

2.4.4.3 Tiempo Tipo o Tiempo Estándar

El tiempo tipo o estándar es el tiempo requerido por un operador para efectuar una unidad de producto. En él se incluye la valoración del ritmo del trabajo y los suplementos. Posteriormente el tiempo de cada operación permite determinar estándares de duración del proceso total. Estos estándares de tiempo pueden ser utilizados para la planificación de la producción futura (García, 2005, p. 240).

$$T_s = \text{tiempo promedio} * \text{actuación de velocidad} * \text{tolerancia} \quad (\text{Ecuación 2})$$

2.4.4.4 Tiempo Takt

Tiempo Takt indica el ritmo de fabricación del proceso, el número de minutos u horas de jornada día entre el número de pedidos diarios, viene dado por (TIME, s.f.):

$$Tiempo\ Takt = \frac{\text{minutos u horas día}}{\text{pedidos (unidades)}} \quad (\text{Ecuación 3})$$

2.5 ESTUDIO DE MÉTODOS

El estudio de métodos es la técnica para mejora de la productividad, a través de la eliminación de despilfarros de tiempos y materiales utilizados. Los aspectos fundamentales del estudio de métodos son (García, 2005, pp. 33-34):

- Control y planificación de la producción.
- Mejorar el método de trabajo.
- Reducir costos.
- Establecer tiempo estándar.

Las herramientas para realizar estos estudios son:

Economía de movimientos: Los principios en cuestión forman tres subdivisiones, que se refieren al uso del cuerpo humano, a la disposición y estado del lugar de trabajo, y al diseño de las herramientas y los aparatos (Alford y Bangs, 1978, p. 651).

Diagrama de la mano izquierda y la mano derecha: El instrumento utilizado para hacer un análisis de esta clase es una gráfica del tipo de mano derecha e izquierda en la que se registran los movimientos efectuados por cada una de ellas, en este caso desde que alcanza la prenda hasta que suelta la misma, es decir de inicio a fin. La mayor parte los trabajos manuales pueden realizarse con un número relativamente pequeño de movimientos elementales que se repiten una y otra vez expuestos por Frank y Lilian Gilberth y conocidos con el nombre de

therbligs (Alford y Bangs, 1978, pp. 658-659). En la Figura 12 se presenta los símbolos de los therbligs.

THERBLIG	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	THERBLIG	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Alcanzar	AL	Movimiento con la mano vacía desde y hacia el objeto; el tiempo depende de la distancia; en general precede a soltar y va seguido de tomar.	Buscar	B	Ojos o manos que deben encontrar un objeto; inicia cuando los ojos se mueven para localizar un objeto.
Mover	M	Movimiento con la mano llena; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento; en general está precedido por tomar y seguido de soltar.	Seleccionar	SE	Elegir un artículo entre varios; comúnmente sigue a buscar.
Tomar	T	Cerrar los dedos alrededor de un objeto; inicia cuando los dedos hacen contacto con el objeto y termina cuando se logra el control; depende del tipo de tomar, en general está precedido por alcanzar y seguido por mover.	Retraso inevitable	RI	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación; por ejemplo, la mano izquierda espera mientras la derecha termina un alcance más lejano.
Soltar	S	Dejar el control de un objeto; por lo común es el therblig más corto.	Retraso evitable	R	Sólo el operario es el responsable del tiempo ocioso, como al toser.
Preposicionar	PP	Posicionar un objeto en un lugar predeterminado para su uso posterior, casi siempre ocurre junto con mover, como al orientar una pluma para escribir.	Posicionar	P	Orientar un objeto durante el trabajo; en general va precedido de mover y seguido de soltar.
Usar	U	Manipular una herramienta al usarla para lo que fue hecha; se detecta con facilidad.	Planear	PL	Hacer una pausa para determinar la siguiente acción; en general se detecta como una duda antes del movimiento.
Ensamblar	E	Unir dos partes que van juntas; se detectan con facilidad en el avance del trabajo.	Inspeccionar	I	Comparar un objeto con un estándar, casi siempre con la vista, pero también puede ser con otros sentidos.
Desensamblar	DE	Opuesto al ensamble, separación de partes que están juntas; en general precedido de posicionar o mover, seguido de soltar	Descanso para contrarrestar la fatiga	D	Aparece en forma periódica, no en todos los ciclos; depende de la carga de trabajo físico.
			Sostener	SO	Una mano detiene un objeto mientras la otra realiza un trabajo provechoso.

Figura 12. Símbolos de los therbligs.
Tomado de Alford & Bangs, 1978, p. 642

Diagrama de diseño de celda de trabajo: Es un diagrama utilizado para fabricar varias unidades de un componente con el objetivo de que un trabajador o varios, recorran la distancia más corta posible, con el objetivo de optimizar el tiempo del proceso (Mayers, 2000, p. 63).

Diagrama de patrón de movimientos: Visualiza el trabajo realizado de ambas manos del operario mientras realiza una operación determinada (Alford y Bangs, 1978, p. 658).

Cursograma analítico: Es un diagrama que representa la trayectoria de un producto o procedimiento a través de sus fases. Esta herramienta trabaja con las categorías ASME (Alford y Bangs, 1978, p. 613).

Balanceo de línea: El balance de línea consiste distribuir la carga de trabajo de igual manera para todos y poder cumplir con la tasa de producción deseada (Alford y Bangs, 1978, p. 600).

Balanceo operarios: A partir de la hoja de cálculo creada para balancear, una vez establecido el tiempo estándar para cada operación y proceso se puede determinar los minutos necesarios y el porcentaje de ocupación de un operario en un determinado puesto de trabajo. Para que esta propuesta sea efectiva, se requiere de operarios que sean poli funcionales, es decir que tengan la capacidad de realizar tareas combinadas en distintas máquinas y que estén dispuestos a rotar de actividades. El objetivo del balance de operarios es nivelar la carga de trabajo y aprovechar el recurso humano de la mejor manera en una jornada de trabajo.

Diagrama de carga de la celda de trabajo: Es un diagrama especial utilizado en algunas operaciones críticas y en situaciones en las que se tiene múltiples máquinas (Mayers, 2000, p. 63).

Diagrama de operaciones: El diagrama de operaciones es la representación gráfica de un cuadro de cómo se realizan procesos, considerando los puntos en los que se introducen materiales en el proceso. Se numeran las actividades identificando los componentes del producto, representando su ensamble mediante líneas que establecen su secuencialidad y se totalizan las actividades y los tiempos según su tipo (Abraham, 2008, pp. 25-26) (García, 2005, p. 45).

Diagrama de flujo de trabajo: El diagrama de flujo aplica la simbología ANSI, es una herramienta que representa gráficamente en el diseño del layout de la planta las etapas que se sigue en una determinada tarea o labor, comprendiendo y aclarando los movimientos en el curso del trabajo; identificados mediante símbolos con los cuales pueda llevarse a cabo el estudio.

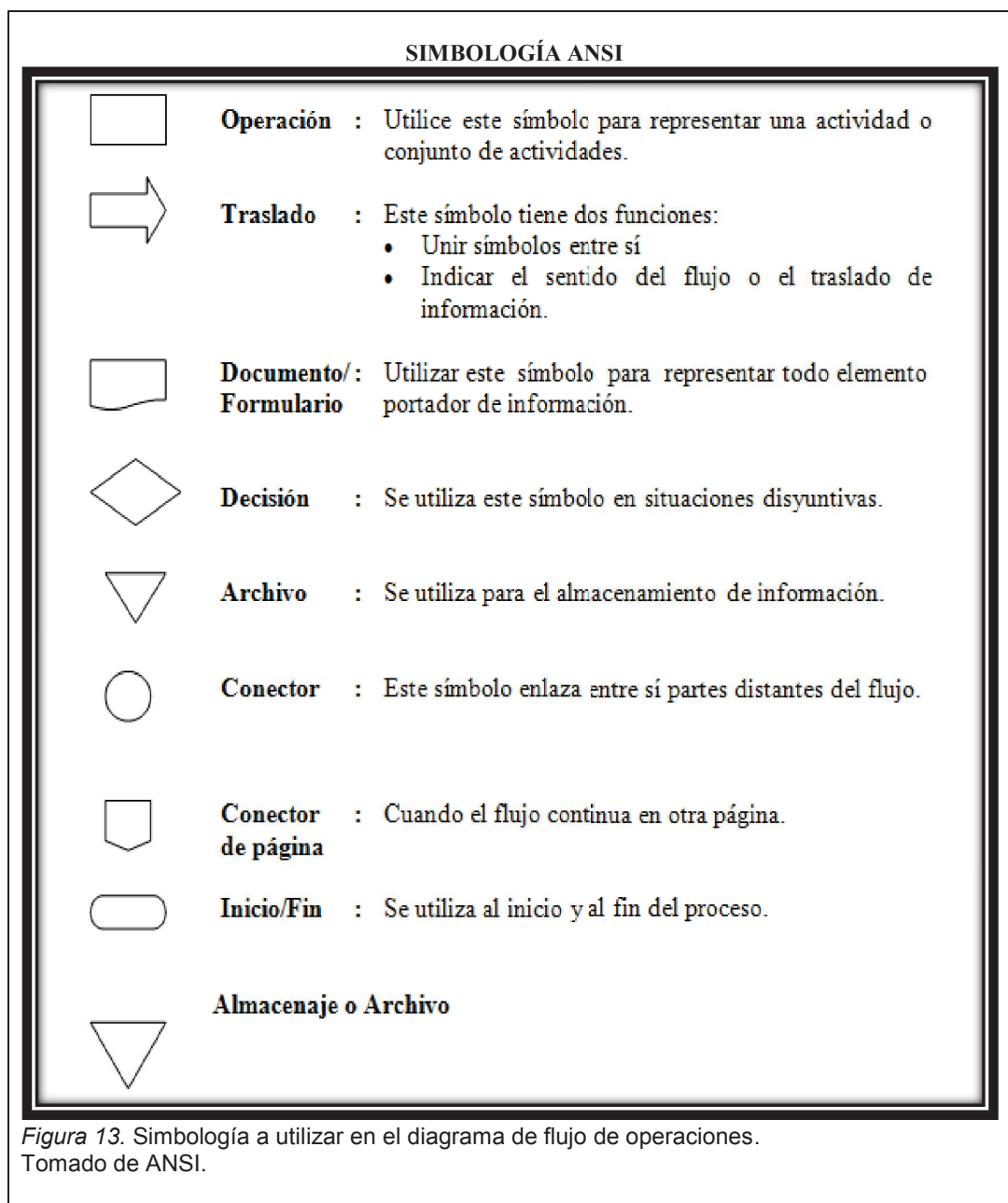


Diagrama hombre - máquina: Es una representación gráfica sincronizada de las operaciones realizadas simultáneamente por dos o más hombres, dos o más máquinas o con alguna combinación de hombres y máquinas (Alford y Bangs, 1978, p. 636).

Estudio de movimientos: El estudio de los movimientos consiste en analizar minuciosamente la tarea del operario, con el propósito de eliminar aquellos movimientos innecesarios, repeticiones de movimientos redundantes, tiempos muertos e ineficientes; para eliminar estos defectos se establecen métodos eficientes que reduzcan el desperdicio de mano de obra (Alford y Bangs, 1978, p. 612).

2.6 SIMULACIÓN

Simulación es la proyección de la operación de un proceso o sistema del mundo real a lo largo del tiempo, puede ser utilizada para estudiar sistemas en la etapa de diseño, antes de que dichos sistemas sean construidos, para analizar su comportamiento y ver si es viable el proyecto. De esta manera, los modelos de simulación sirven tanto como un instrumento de análisis para predecir el efecto de cambios en los sistemas existentes y como una herramienta de diseño para predecir el rendimiento de los nuevos sistemas (Banks, 2005, p. 4).

2.6.1 Ventajas de la Simulación

Como Banks (2005, pp. 5-6) ya lo dijo, algunas ventajas de la simulación son:

- Nuevas políticas, procedimientos de operación, reglas de decisión, flujos de información, procedimientos organizativos y se pueden explorar sin interrumpir las operaciones en curso del sistema real.
- Nuevos diseños de hardware, layouts físicos, sistema de transportación y pueden ser probados sin comprometer recursos para su adquisición.
- Hipótesis acerca de cómo y por qué ocurren ciertos fenómenos pueden ser probados para determinar su viabilidad.

- El tiempo puede ser comprimido o expandido para permitir una velocidad de subir o bajar del fenómeno que se investiga.
- Se puede obtener una visión acerca de la interacción y la importancia de las variables para el rendimiento del sistema.

2.6.2 Software de Simulación

Según Banks (2005, pp. 141-151) indicó que los softwares de simulación son:

- SIMUL8
- Simulación SSF
- Entornos de simulación
- Arena
- AnyLogic
- AutoMod
- Empresa Dinámica
- ExtendSim
- Flexsim
- ProModel

2.6.3 Software de Simulación SIMUL8

Es un poderoso motor de simulación para PC que permite representar gráficamente y simular dinámicamente cualquier tipo de proceso administrativo, lógico, industrial, o de servicios con el fin de reducir el riesgo en la administración de procesos del negocio. Los objetivos del SIMUL8 son (Saray, 2011):

- Erradicar el trabajo de adivinar o suponer el comportamiento del sistema
- Eliminar la especulación
- Eliminar el riesgo

- Reducir el coste y el riesgo.

A continuación vamos a describir los iconos principales para la simulación.

2.6.3.1 Barra de herramientas

Es el conjunto de iconos que activan o desactivan funciones para determinadas aplicaciones.

File: Ejecuta las funciones de abrir una nueva hoja de simul8, guardar, guardar como, imprimir, salir, cerrar y otras.

Home: Realiza las funciones de deshacer, copiar, pegar, seleccionar todo y buscar nombre de los objetos.

Data and Rules: Es una serie de corridas del modelo de simulación, el cual funciona con las mismas condiciones y parámetros, pero cambiando los números aleatorios, debido a que un modelo de simulación contiene variabilidad.

Insert: Permite insertar gráficos, figuras, números, texto, tablas, etc.

View: Su función es almacenar varias formas de vista para la simulación, esto depende con el fin que se lo realice la misma.

Visual Logic: Es la parte de programación de resultados en función de los parámetros que se establezca.

Advanced: Sirve para identificar el tipo de trabajo que se simula y despliega con cuadro comparativo con resultados.



Figura 14. Barra de herramientas.
Tomado de Simul8.

Start point / Entrada: Es donde llegan los ítems. Se puede tener tantas entradas como sea necesario.

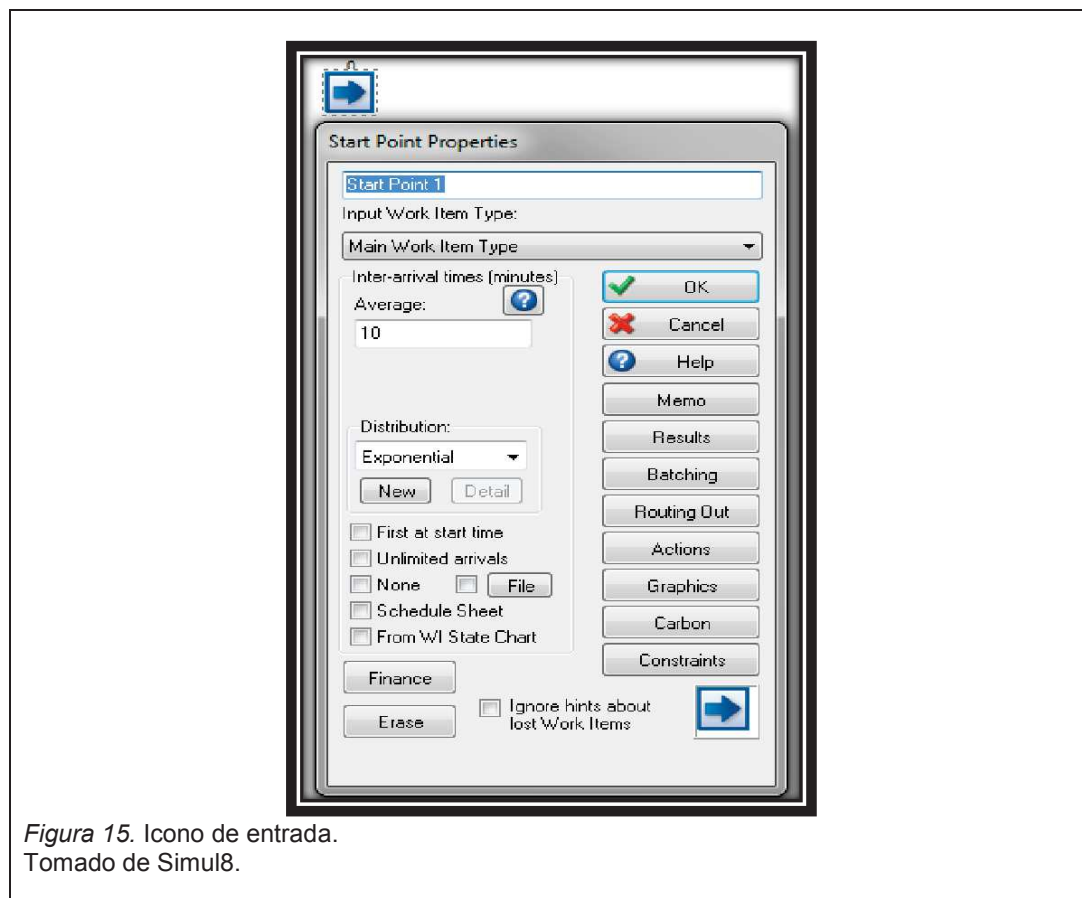


Figura 15. Icono de entrada.
Tomado de Simul8.

Queue / Cola: En la cola se almacenan los ítems que están en espera. Se almacena datos como capacidad, tiempo de almacenamiento y prioriza la distribución de los elementos que estén almacenados.

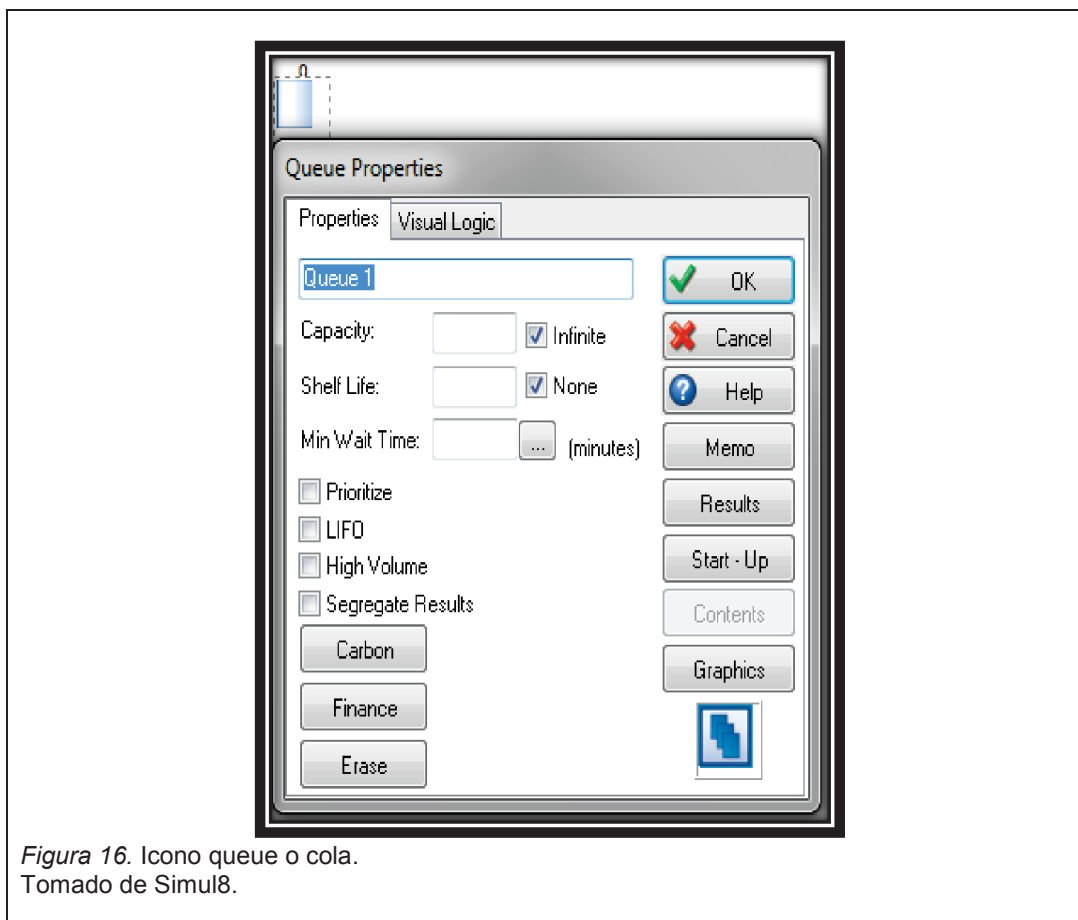
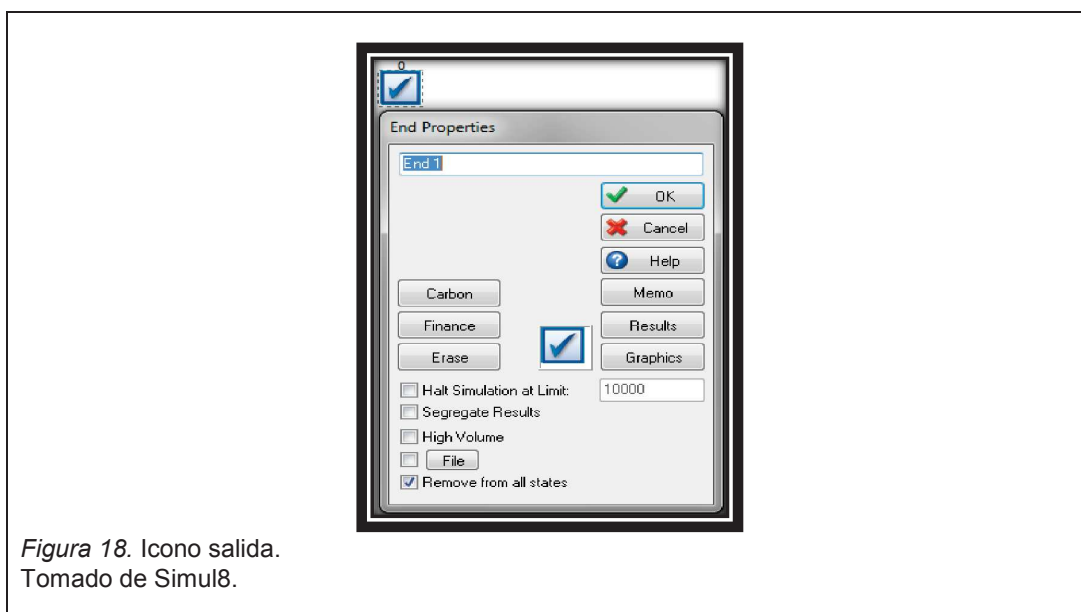


Figura 16. Icono queue o cola.
Tomado de Simul8.

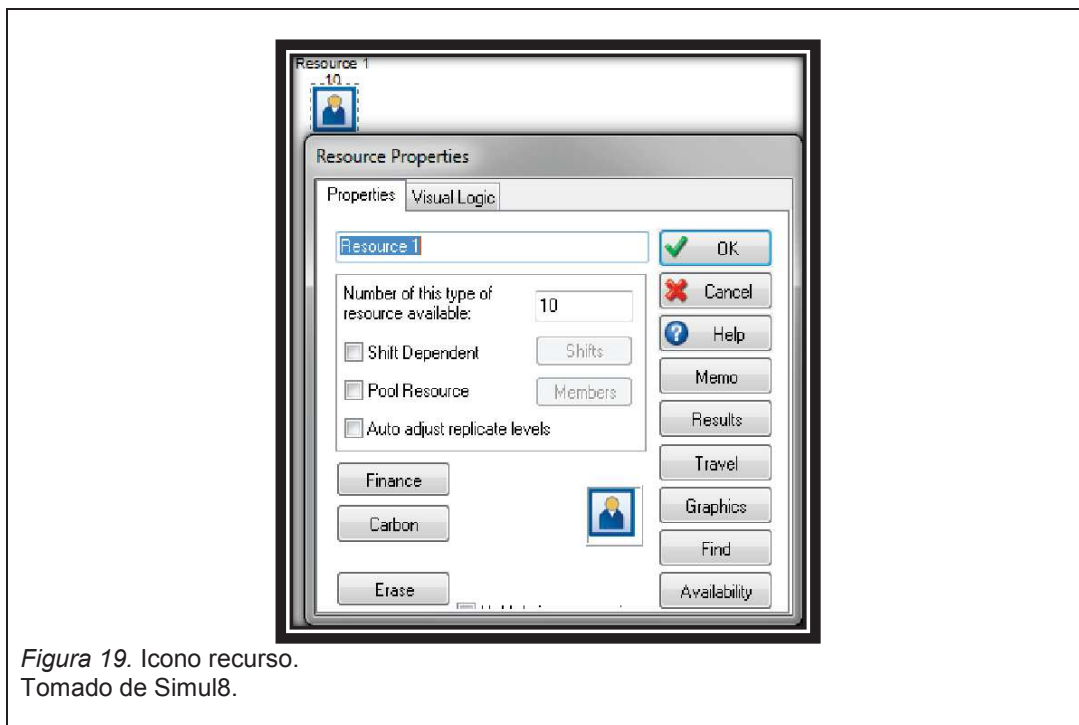
Activity / Centro de trabajo: Un centro de trabajo es el lugar o estación donde se realiza las distintas actividades del proceso, este objeto tiene parámetros de tiempo, recursos, eficiencia y resultados.



End / Salida: Por ésta sale el ítem completado del modelo. En esta opción nos permite conocer el número de trabajos completos que se ha procesado y se puede representar mediante gráficos y tablas.



Resource / Recurso: El recurso puede ser requerido para procesar los trabajos o para la reparación de la máquina.



Arrow / Flecha: Sirve para conectar los objetos.



Reloj: Las propiedades del reloj pueden ser cambiadas, para empezar se puede observar de forma digital o análogo. También ilustra la información referente al día y semana en que se lleva a cabo la simulación.

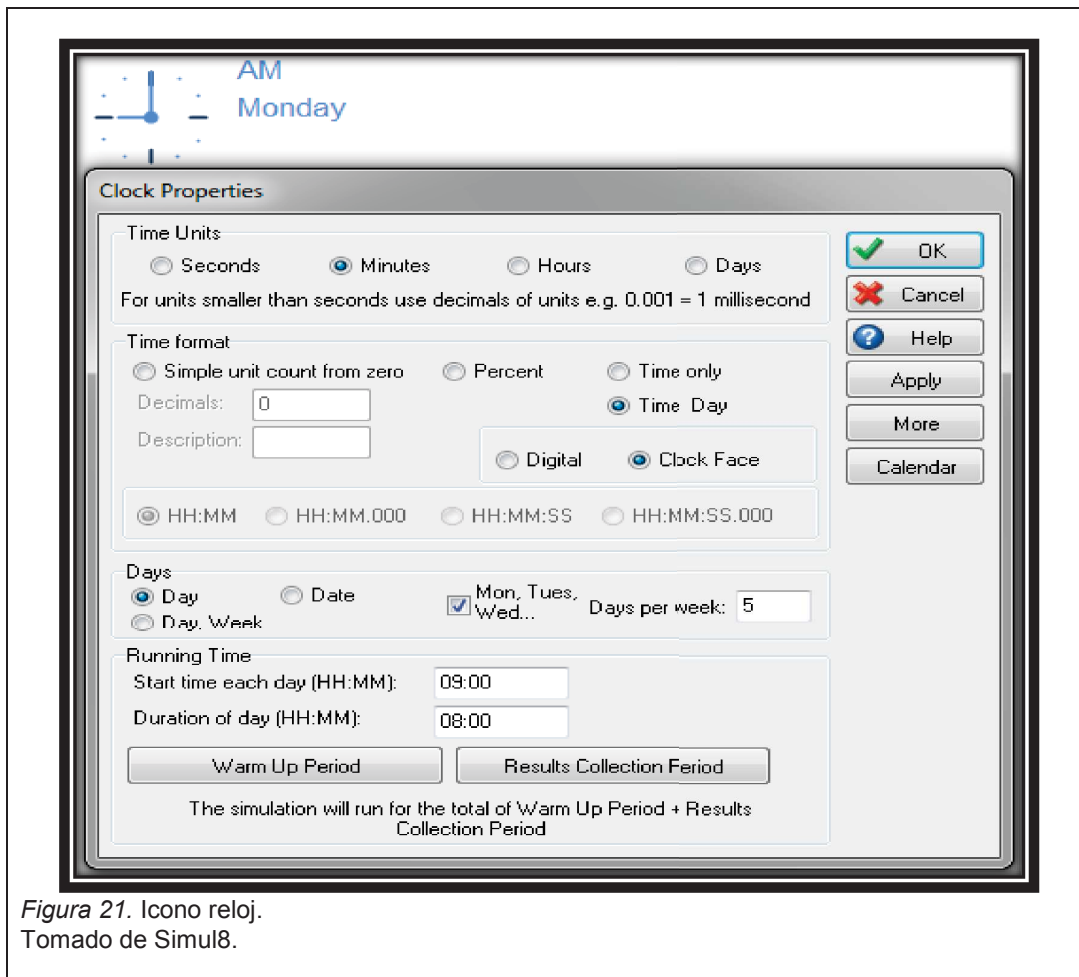


Figura 21. Icono reloj.
Tomado de Simul8.

Mediante el simulador se puede monitorear métricas como (Banks, 2005, p. 4):

- Trabajo en progreso
- Utilización de recurso humano y/o equipos
- Unidades producidas
- Tiempo en movilización de recursos
- Tiempo de espera
- Tiempo de ciclo de proceso
- Niveles de inventario
- Eficiencia de maquinaria
- Eficiencia de personal, etc.

2.6.3.2 Áreas de Aplicación

Algunas aplicaciones del software SIMUL8 (Banks, 2005, pp. 7-9):

Negocios

- Evaluar, explorar y generar mayor confianza para implementar las iniciativas que acompañan a un proyecto SIX SIGMA sin necesidad de interrumpir las operaciones en marcha.
- Mejorar los procesos de negocio en la organización para optar por una certificación con procesos óptimos.
- Determinar la necesidad de cambio o contratación de personal.
- Organizar y presentar de forma clara y eficiente sus procesos.

Manufactura

- Analizar Lead time, líneas de producción y capacidad.
- Ver el impacto que tendrá la planta al reubicar los equipos o añadir nuevos recursos sin detener su funcionamiento.
- Poner a punto una nueva línea de producción antes de construirla.

También SIMUL8 es aplicable para:

- Logística, transportación, y distribución.
- Obras de ingeniería y gestión de proyectos.
- Aplicaciones militares.
- Salud.

2.7 INDICADORES

El indicador es una herramienta que tiene como propósito establecer parámetros para evaluar los resultados de la gestión y desempeño de una organización.

En vista que los indicadores son relevantes, susceptibles de medición e interpretación y verificables, son útiles para apoyar los procesos de toma de decisiones. Aportan criterios fundamentados que permiten hacer comparaciones, elaborar juicios, analizar tendencias y predecir cambios.

Algunas características de los indicadores son (Modragón, 2008):

- Relevantes o útiles para la toma de decisiones
- Susceptibles de medición
- Verificables
- Fáciles de interpretar.

3 SITUACIÓN ACTUAL DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN

3.1 ESTUDIO PRELIMINAR

El presente estudio se realizó en la empresa FABRILFAME S.A. en la línea de producción de Calzado, para la bota patuca, que es el producto estrella y de alta demanda. En el (anexo 1), se detalla el diagrama de flujo de producción.

Se inició con el estudio preliminar del proceso productivo, a través de observaciones de las operaciones que se desarrollan en la realización del producto, para de esta manera proporcionar información a la empresa sobre la situación actual en que se ejecutan las operaciones, y definir las oportunidades de mejoramiento del proceso.

3.2 DIAGRAMAS Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO



El proceso de producción de calzado comienza en el Departamento de Diseño, se realiza la ficha técnica del producto, estructura de materiales, moldes y trazos definitivos a fabricar. Posteriormente avanza al área en donde se realiza el proceso de corte de la tela según los patrones y diseño.

El Técnico de Bodega entrega al operario de corte los materiales y guía de fabricación de calzado. El operario debe seleccionar los troqueles por tallas para el corte de piezas de calzado y realizar las siguientes operaciones:

- Colocar el cuero en la mesa de máquina troqueladora.

- Buscar las fallas en la banda de cuero para colocar el troquel evitando defectos como ralladura de alambre, picadura de garrapata, soldadura de flor, lacras y tajos, si encuentra las fallas o se produce algún error debe informar inmediatamente al auxiliar de control de calidad para que no se utilice esa materia prima y le proporcionen por parte de bodega otro material.
- Colocar troquel sobre la banda de cuero, accionar actuador de prensa y cortar pieza.
- Apilar y enumerar piezas cortadas en bandeja plástica
- Se almacena el material residual de cuero, tela y contrafuertes en los coches para ser tratados de acuerdo al Procedimiento de Manejo de Residuos Sólidos.

Una vez terminado el proceso de corte continuamos en la sección de Aparado, que consiste en unir los cortes (piezas) de piel u otros materiales del calzado. También se lo conoce como guarnecido. A continuación un detalle de las operaciones que debe realizar un operario aparador:

- Retirar de la sección corte las piezas cortadas.
- Desbastar piezas donde va costura en máquina desbastadora.
- Entintar piezas con pigmento según color de calzado a fabricar.
- Prensar en calzado talla, número de orden semana y año de fabricación.
- Unir cañas en máquina zig-zag.
- Colocar reatas y orejas en cañas en máquina aparadora.
- Unir talones en cañas en máquina aparadora.
- Unir fuelle a caña de calzado en máquina aparadora.
- Unir caña con fuelle a capellada de calzado.
- Colocar ojallillos y respiraderos según tipo de calzado en máquina ojalladora.
- Contar calzado aparado y colocar en coches según orden de fabricación.

Después de aparar continúa el proceso en la sección de Armado, que consiste en juntar varias piezas que está compuesto el calzado. Las actividades que se realiza en el armado son:

- Retirar de aparados y llevar a la sección armado.
- Seleccionar hormas por talla según guía de fabricación.
- Fijado de plantilla de calzado en máquina clavadora.
- Colocar contrafuerte en talón de calzado.
- Preformar talón en maquina pre formadora.
- Colocar contrafuerte en puntera de calzado.
- Armar puntera de calzado en maquina armadora de punteras.
- Armar costados y talones en maquina armadora de talones.
- Corte de sobrantes y cardado de base calzado.
- Colocar cambriones en calzado.
- Contar, clasificar y colocar en coches según guía.

Posteriormente el proceso avanza a la siguiente sección que es Good Year en la que el operario debe efectuar lo siguiente:

- Retirar coche con armados según guía de fabricación.
- Colocar pega en base de calzados armados.
- Pulir entre suelas y suelas de caucho en máquinas pulidoras según guía de fabricación.
- Colocar pega en parte interior entre suela e interior de suela.
- Pegar entresuela de caucho a calzado armado.
- Sacar horma de armado y coser entre suela ha calzado.

- Colocar horma en calzado.
- Prensar suela a entre suela en maquina prensadora.
- Pulir contorno de suela para dar uniformidad en planta.
- Contar y colocar en coche según guía de fabricación.

Finalmente tenemos la sección de acabados donde el producto recibe los terminados de acuerdo al diseño determinado. El Operario del área de acabados debe:

- Colocar cordones en calzado según guía de fabricación.
- Colocar en funda plástica calzado.
- Colocar en caja de cartón cantidad según tipo de calzado.
- Enzunchar caja con calzado terminado.
- Escribir en caja de cartón número de guía, talla y cantidad
- Reportar a Especialista de Calzado que operación concluyó.

El diagrama de proceso indica la interacción entre los procesos como se observa en la Figura 23 en el proceso de fabricación de una prenda.

Proceso de fabricación de una prenda

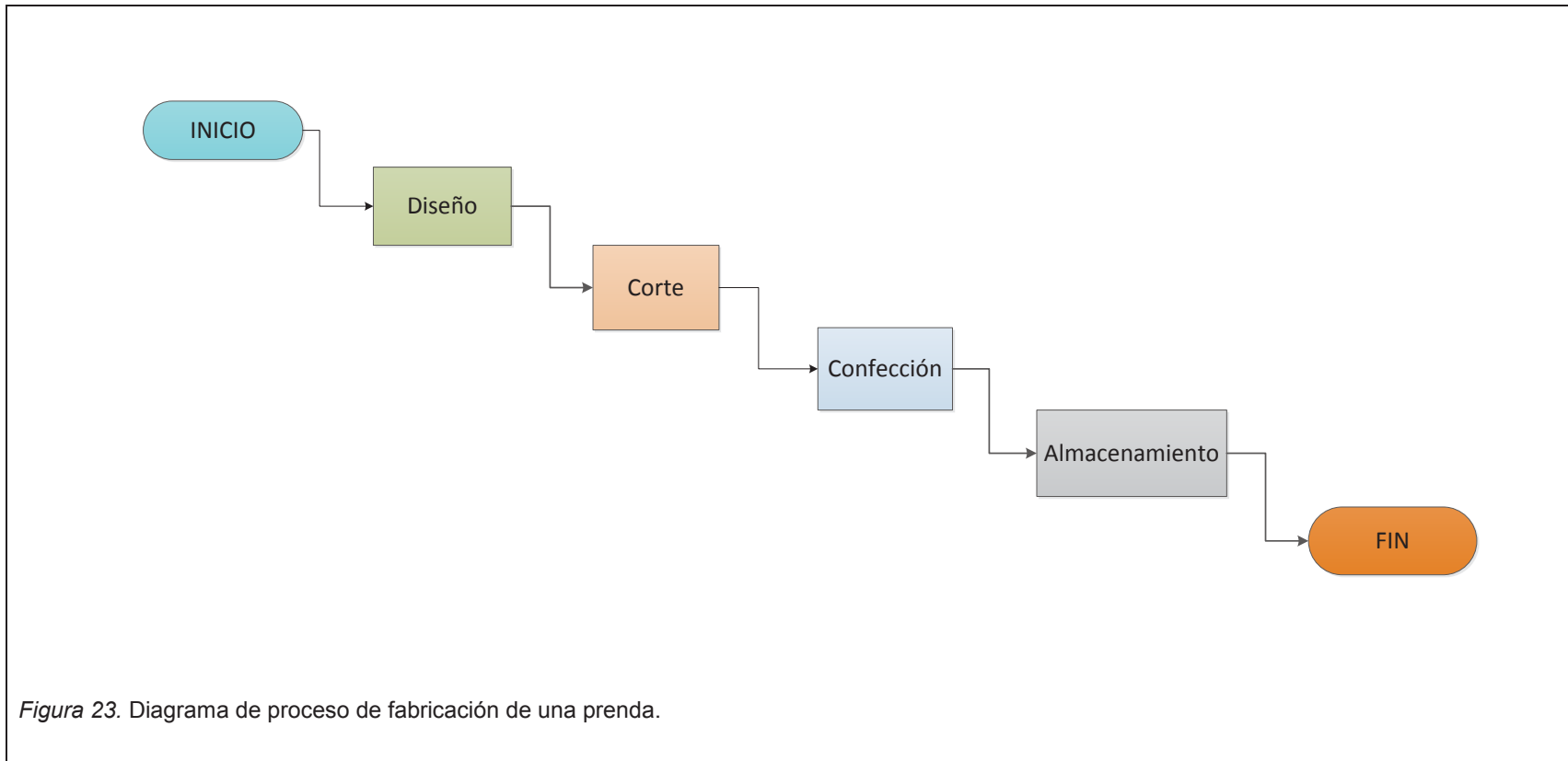
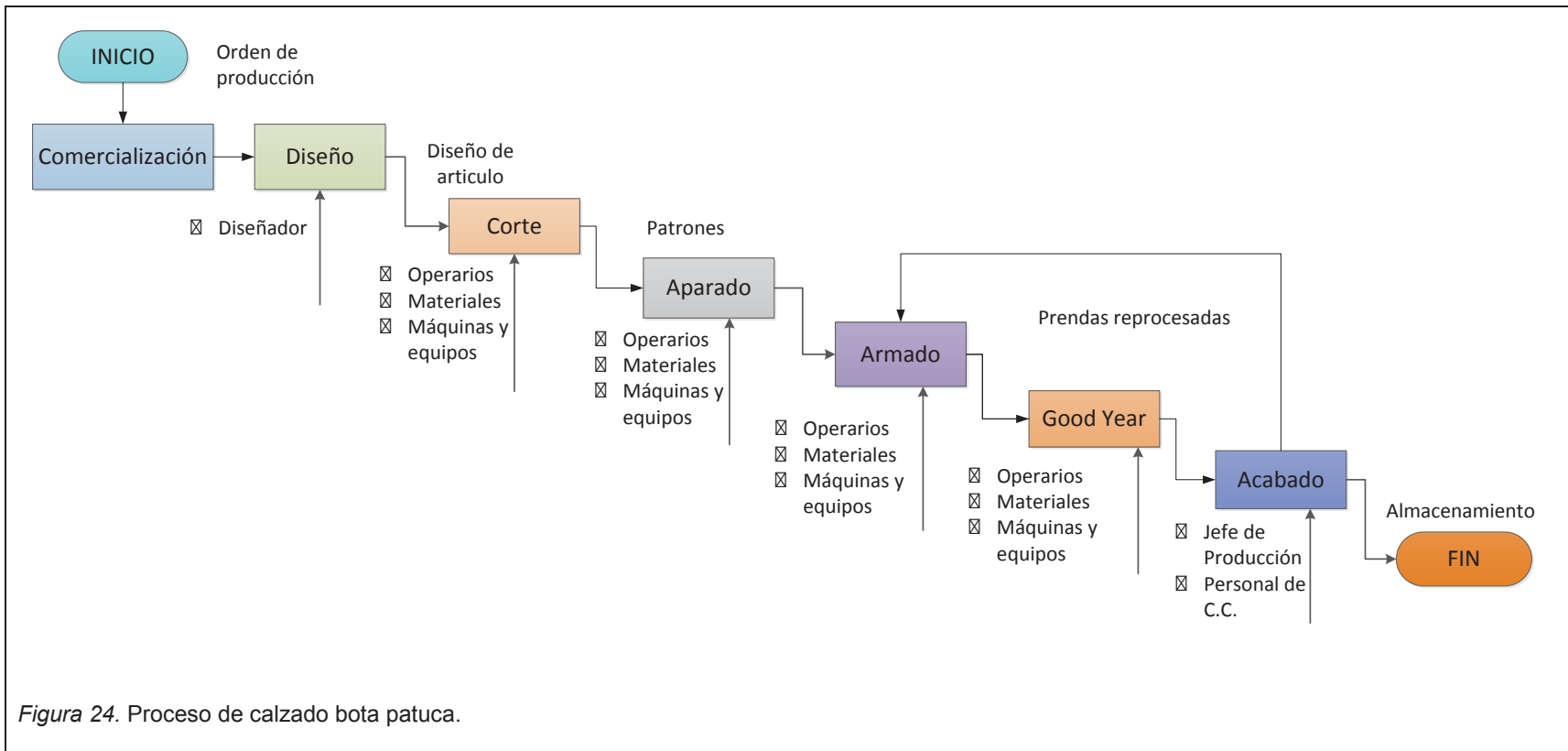


Figura 23. Diagrama de proceso de fabricación de una prenda.

3.3 ANÁLISIS DEL PROCESO



Se analizaron las operaciones en el proceso de confección en la línea de Calzado. En este estudio se documentó el proceso actual tal como está, se realizó el diagrama de flujo, y un registro de todas las actividades que se desarrollan en el proceso. En la Figura 24 se presenta el diagrama de proceso íntegro de la bota patuca.



3.4 DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES

Para las operaciones que se realizan en el proceso productivo, se hace uso de maquinaria textil de tipo industrial. La gente está capacitada y posee instructivos para realizar la operación que se designe, el trabajo se realiza en conjunto y se establece tareas individuales para cada empleado en función del tiempo que dure cada operación y tomando en cuenta la jornada de trabajo.

3.5 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

La distribución de la planta posee un sistema lineal, las operaciones se realizan en proceso continuo hasta tener como resultado el producto terminado. Actualmente la línea de Calzado cuenta con 48 personas para el proceso productivo de botas Patuca, además existe un líder por cada sección del proceso (aparado, armado, good year y acabados), total de 4 personas. En la Figura 26 se muestra el layout general de la planta de producción de Calzado FABRILFAME S.A.

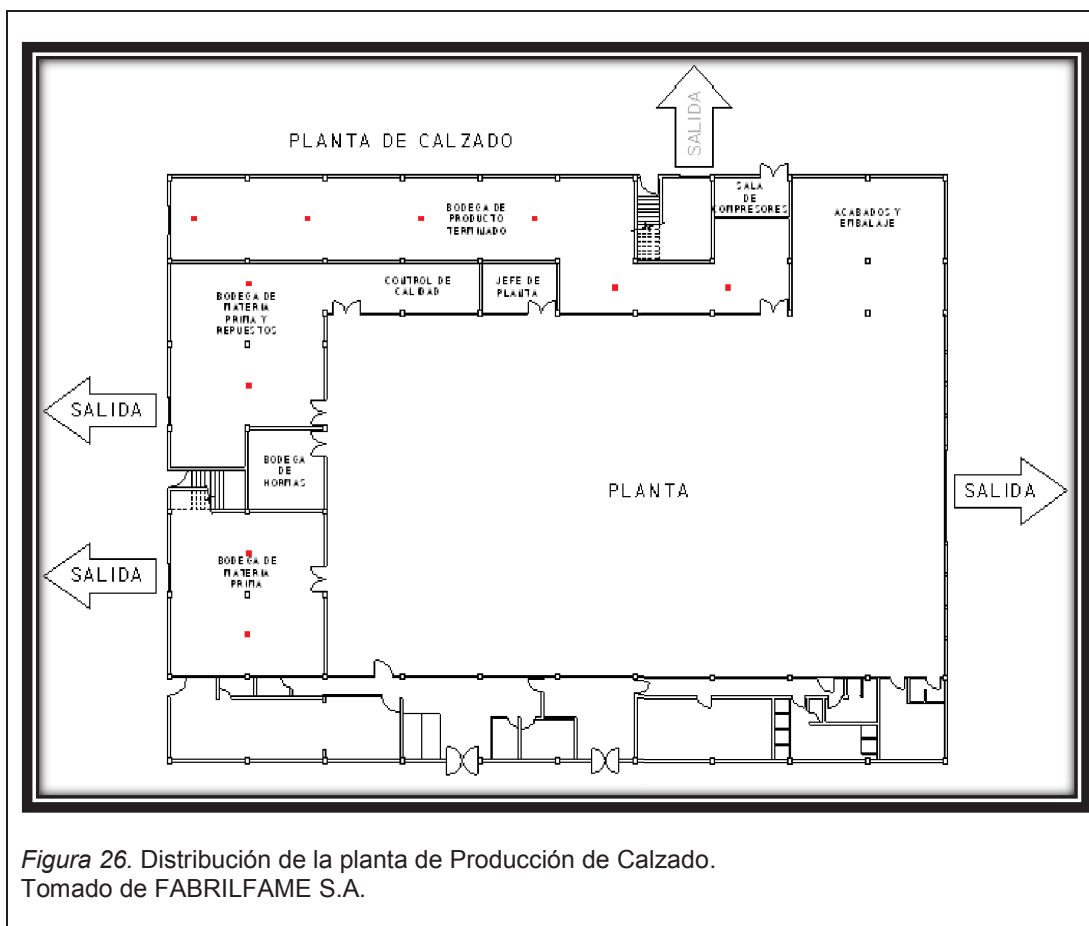


Figura 26. Distribución de la planta de Producción de Calzado.
Tomado de FABRILFAME S.A.

3.6 MAQUINARIA Y EQUIPOS

La maquinaria es un factor importante en la producción debido a que debe existir un control y un mantenimiento adecuado para el trabajo a realizarse. La línea de producción Ropa de Trabajo cuenta con maquinaria textil de tipo industrial. En el (anexo 2), se ilustran las máquinas utilizadas en el proceso productivo. Y en el (anexo 9) indica la simbología de la maquinaria.

Tabla 3. Listado de máquinas de la planta de calzado

	MÁQUINA	AÑO DE FABRICACION
CORTE	TROQUELADORA HIDRAULICA SVIT	1960
	TROQUELADORA HIDRAULICA SAND	1965
	DEBASTADORA DE CONTRAFUERTES	1965
	TROQUELADORA HIDRAULICA USM	1968
	TROQUELADORA HIDRAULICA USM	1968
	TROQUELADORA HIDRAULICA USM	1968
	TROQUELADORA HIDRAULICA USM	1968
	TROQUELADORA DE PUENTE	1995
APARADO	MAQUINA OJALILLADORA	1950
	MAQUINA DESTALLADORA	1965
	MAQUINA DE COLOCAR RIBETES	1965
	RECTA 1 AGUJA PLANA,COSTURA MAQUINA	1970
	RECTA 2 AGUJAS MAQUINA PLANA,COSTURA	1970
	RECTA 2 AGUJAS PLANA,COSTURA MAQUINA	1970
	MAQUINA DE POSTE 1 AGUJA Y CUCHILLA	1970
	MAQUINA PLANA, COSTURA RECTA 2 AGUJAS	1970
	MAQUINA PLANA, COSTURA RECTA 2 AGUJAS	1970
	MAQUINA PLANA, COSTURA RECTA 2 AGUJAS	1970
	MAQUINA DE POSTE 2 AGUJAS REMATADORA	1970
	MAQUINA DE POSTE 1 AGUJA Y CUCHILLA	1970
	MAQUINA PLANA COSTURA RECTA TRIPLE TRASN. 1A	1970
	MAQUINA PLANA, COSTURA RECTA 2 AGUJAS	1970
	MAQUINA DE POSTE 2 AGUJAS REMATADORA	1970
	MAQUINA DE POSTE 1 AGUJA Y CUCHILLA	1970
	MAQUINA NUMERADORA DE CORTES	1975
	MAQUINA DE POSTE 1 AGUJA Y CUCHILLA	1997
MAQUINA DE POSTE 1 AGUJA Y CUCHILLA	1997	

	MAQUINA DE POSTE 2 AGUJAS REMATADORA	2000
	MAQUINA DE POSTE 2 AGUJAS REMATADORA	2000
	MAQUINA OJALILLADORA	2006
	MAQUINA DE COSTURA ZIG ZAG	2007
	MAQUINA DE COSTURA ZIG ZAG	2007
	MAQUINA DE COSTURA RECTA PLANA 2 AGUJAS	2007
	MAQUINA DE COSTURA RECTA PLANA 2 AGUJAS	2007
	MAQUINA DOBLE AGUJA DURKOP	2009
	MAQUINA DOBLE AGUJA DURKOP	2009
	MAQUINA POSTE UNA AGUJA DU	2009
	MAQUINA POSTE UNA AGUJA DU	2009
	MAQUINA PLANA DOBLE AGUJA	2009
	RECOLECTOR DE POLVO CPI	2009
	MAQUINA PLANA DOBLE AGUJA	2009
	MAQUINA PLANA DOBLE AGUJA	2009
ARMADO	INYECTORA	1965
	CLAVADORA DE PUNTILLA	1975
	DESHORMADORA HIDRAULICA	1985
	CONFORMADORA COMPACTADORA	1985
	PREFORMADORA TALONES	1985
	ENCIMENTADORA - SCH	1989
	ENCIMENTADORA	1989
	COLECTOR DE POLVO	1989
	HORNO CONFORMADOR	1991
	CARDADORA (PULIDORA)	1991
	CONFORMADORA DE PUNTAS	1995
	CONFORMADORA DE LADOS	1995
	HUMECTADORA DE TALONES	1995
	CONFORMADORA DE LADOS	1995
	CONFORMADORA DE TALONES	2001
HUMECTADORA DE PUNTAS	2003	
GOOD YEAR	PRENSADORA DE PLANTAS	1970
	LIJADORA	1970
	PRENSADORA DE PLANTAS	1970
	PULIDORA USM	1978
	LIJADORA - CALINCEN	1980
	LIJADORA - MOENUS	1980
	COLECTOR DE POLVO	1985
	MOLINO DE P.V.C.	1985
	CLAVADORA DE TACOS	1985
COLECTOR DE POLVO	1985	

PULIDORA DE PLANTAS	1985
COLECTOR DE POLVO	1985
COLECTOR DE POLVO	1985
CEPILLADORA - ABRILLANTADORA	1985
REACTIVADORA DE PEGA	1985
DESHORMADORA - ALBE	1985
SECADORA DE PLANTAS	1985
SEGUNDEADORA	1995
MAQUINA PARA PICAR	1997

Tomado del Departamento de Mantenimiento Industrial, FABRILFAME S.A.

3.7 CONDICIONES LABORALES

Se tomó en consideración los factores ambientales que están presentes al realizar el trabajo. Estos son:

Iluminación: El personal que labora debe gozar de una iluminación adecuada alrededor de 800 lux que facilite una buena visualización para garantizar un mejor grado de confort. Las lámparas, focos u otros instrumentos de iluminación viejos, desgastados y dañados son remplazados por otros nuevos, y se verifica periódicamente el grado de iluminación utilizando equipos de medición. En caso de no tener un buen grado de iluminación se debe hacer acoples a las máquinas con lámparas.

Ventilación: Es necesario que las condiciones atmosféricas aseguren un ambiente cómodo y saludable para los trabajadores que garantice aire fresco y puro. El personal afirma, que las condiciones de ventilación no son suficientes debido a que se trabaja con sustancias volátiles y no hay extractores de gases o ventiladores. Por otra parte la alta temperatura causa malestar e incomodidad en el personal debido a que la cubierta del techo no es la apropiada.

Ruido: En algunos casos los aparatos o máquinas utilizadas causan ruido mayor a los 85 decibeles, por lo que es obligación utilizar orejeras o tapones auditivos.

Jornada de trabajo: Se trabaja un turno de lunes a viernes horario de 7:00 a 15:30, con receso de 10 minutos por la mañana de 9:00 a 9:10, y 30 minutos de almuerzo. Dependiendo de la demanda, hay ocasiones que se debe trabajar en horario extendido de 15:30 a 19:00 de lunes a jueves, e incluso sábados de 7:00 a 15:30. Los viernes se trabaja obligatoriamente de 7:00 a 15:30.

3.8 ESTUDIO DEL TIEMPO ACTUAL

Para la realización del estudio de tiempos en la línea de producción de Calzado de la bota patuca, se utilizó los siguientes elementos para la medición:

- a) **Tablero para el estudio de tiempos:** Se utilizó un tablero rectangular, de material plástico o madera y de dimensiones superiores a la hoja de cálculo. En este se fija la hoja para anotar la fecha, proceso y operación que se realiza, tipo de máquina y el registro de los tiempos cronometrados y en algunos casos el nombre del operador.



Figura 27. Tablero para registro de datos.

- b) **Cronómetro:** Para la realización de toma de tiempos con cronómetro, se aplicó la técnica del método con vuelta a cero, el tiempo se lee y se anota

al final de cada elemento, parando las manecillas y regresando a cero de inmediato para su marcha.



c) Formulario de estudio de tiempos: Para la medición del tiempo, se elaboró un formato práctico para agilizar el proceso de datos, el cual se observa en el anexo 3.

3.9 NÚMERO DE OBSERVACIONES PARA ESTUDIO DE TIEMPOS

Para el estudio de tiempos, el número de observaciones se determinó a través de la tabla de Westinghouse. Al analizar el tiempo de ciclo con el personal de operaciones se obtuvo un estimado entre 48 y 52 minutos en confección y con aproximado de 97 operaciones. Por lo tanto el tiempo promedio de ciclo es de 50 minutos, lo que nos permite calcular el número de observaciones: $50 / 97 = 0,52$ min, esto equivale a 0,00867 horas. El volumen de producción de la bota patuca es de 8000 a 10000 unidades por año, dato proporcionado por Departamento de Diseño y Operaciones. Por lo tanto, se concluyó que el número de observaciones a medir fueron de 30.

Tabla 4. Número de observaciones necesarias mediante Westinghouse

CUANDO EL TIEMPO POR PIEZA O CICLO ES: HORAS	NÚMERO DE CICLOS A ESTUDIAR		
	ACTIVIDAD MÁS DE 10000 POR AÑO	1000 A 10000	MENOS DE 1000
1,000	5	3	2
0,800	6	3	2
0,500	8	4	3
0,300	10	5	4
0,200	12	6	5
0,120	15	8	6
0,080	20	10	8
0,050	25	12	10
0,350	30	15	12
0,020	40	20	15
0,012	50	25	20
0,008	60	30	25
0,005	80	40	30
0,003	10	50	40
0,002	120	60	50
< 0,002	140	80	60

Tomado de García, 2005, p. 208

3.10 NOMENCLATURA DEL FORMATO

Conjuntamente con la líder de la línea de producción, se inició detallando las operaciones que intervienen en el proceso productivo, mediante verbos irregulares, y para facilitar la secuencia de operaciones se enumeró en intervalos de diez. Adicionalmente, se especificó la sección en que fueron levantados los procesos. Por último, se identificó si la operación es de forma manual o si se utilizó una máquina y de qué tipo es.

3.10.1 Tiempo Promedio

El tiempo promedio es el tiempo en el que el operador realiza normalmente la operación. A través de una serie de observaciones y mediciones continuas, el cronometraje es la técnica para la medición del tiempo, debido a que no se produce error de lectura. Se obtuvieron varios ciclos de tiempos por operación, y como resultado se alcanzó datos reales y confiables del proceso.

Los cálculos que se utiliza para obtener el tiempo promedio, se puede apreciar con la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo promedio} = \frac{X_1+X_2+X_3+\dots+X_N}{\text{Número de observaciones}} \quad (\text{Ecuación 4})$$

En donde XN: Tiempos tomados a la misma operación varias veces

3.10.2 Actuación de Velocidad

La actuación de velocidad es la técnica en la cual el operador trabaja a un ritmo normal en la ejecución de la tarea. El estudio de tiempos se llevó a cabo con operarios de desempeño normal y que estén familiarizados con el proceso, de esta manera se obtuvo una calificación de 100%, resumiendo como factor de desempeño 1. Este operario debe de tener la habilidad, conocimiento y condiciones físicas y mentales para realizar el trabajo de manera normal.

3.10.3 Suplemento

El suplemento es el factor a conceder a cada operario para sus necesidades que es parte regular de la tarea. Para el estudio se tomó como referencia la tabla ILO (*International Labor Organization*). Se analizó los suplementos de manera general, debido a que en la planta de calzado el personal casi en su totalidad son hombres. La tabla se encuentra detallada en el Anexo 4.

Tabla 5. Valores del suplemento

TABLA DE SUPLEMENTOS OIT		
A. Suplementos constantes:	Puntos	Análisis
1. Suplemento personal	5	5
2. Suplemento por fatiga básica	4	4
B. Suplementos variables:		
1. Suplemento por estar de pie	2	2
2. Suplemento por posición anormal:		

a. <i>Un poco incómoda</i>	0	
b. <i>Incómoda (agachado)</i>	2	2
c. <i>Muy incómoda (tendido, estirado)</i>	7	
3. Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, jalar o empujar):		
Peso levantado, en libras:		
5	0	0
10	1	
15	2	
20	3	
25	4	
30	5	
35	7	
40	9	
45	11	
50	13	
60	17	
70	22	
4. Mala iluminación:		
a. <i>Un poco abajo de la recomendada</i>	0	
b. <i>Bastante menor a la recomendada</i>	2	2
c. <i>Muy inadecuada</i>	5	
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad) - variables	0-100	
6. Atención requerida:		
a. <i>Trabajo bastante fino</i>	0	
b. <i>Trabajo fino o preciso</i>	2	2
c. <i>Trabajo muy fino y muy preciso</i>	5	
7. Nivel de ruido:		
a. <i>Continuo</i>	0	
b. <i>Intermitente - Fuerte</i>	2	
c. <i>Intermitente - Muy Fuerte</i>	5	5
d. <i>De todo alto - Fuerte</i>	5	
8. Estrés mental		
a. <i>Proceso bastante complejo</i>	1	1
b. <i>Atención compleja o amplia</i>	4	
c. <i>Muy completa</i>	8	

9. Monotonía		
a. Nivel bajo	0	
b. Nivel medio	1	1
c. Nivel alto	4	
10. Tedio		
a. Algo tedioso	0	
b. Tedioso	2	2
c. Muy tedioso	5	
	TOTAL:	26

Los suplementos para este caso son:

a) Suplementos constantes: Preservar la comodidad del trabajador en el aspecto personal, como hacer uso del baño, tomar agua, etc. Otro aspecto es la fatiga básica por el constante desgaste de energía mental o física durante la jornada de trabajo.

b) Suplementos variables: Entre los analizados tenemos:

- **Posición anormal:** Se refiere a la postura incómoda del operario debido a la posición en que trabaja, puede estar de agachado o de pie.
- **Trabajo fino o preciso:** El trabajo realizado requiere de gran concentración, ya que éste debe ser de exactitud o tedioso.
- **Monotonía:** Principalmente es causada por la repetición de las operaciones y en ciertas ocasiones la variedad de labores.
- **Atención requerida:** Se ha tomado en cuenta este factor debido a que el trabajo de calzado debe ser de manera precisa y en lo posible sin errores.

- **Nivel de ruido:** Es otro factor considerado ya que existen muchas máquinas de impacto las cuales causan mucha bulla.

Sumando todos los factores relacionados con la tabla OIT se obtiene un resultado de 1,26% de suplemento, la cual debe compensar la fatiga y las otras variables.

3.10.4 Cálculo del Tiempo Estándar

El tiempo estándar es el tiempo requerido para que un operario promedio realice con normalidad su tarea (García, 2005, p. 241). Luego de haber determinado el tiempo promedio, actuación de velocidad, y suplemento, se registró la información concerniente a de cada operación y se obtuvo el tiempo estándar de dicha operación.

El tiempo estándar en minutos se calcula de la siguiente manera:

$$T. S. \min = \frac{\text{Tiempo promedio segundos} * \text{actuacion de velocidad} * \text{suplemento}}{60} \quad (\text{Ecuación 5})$$

En donde:

Actuación de velocidad equivale a: 1

Suplemento equivale a: 1.26

3.10.5 Toma de Tiempos Actuales

Con cada líder de su respectiva área de calzado, se procedió a realizar la toma de tiempos en la respectiva sección de trabajo, verificando que la operación a cronometrarse se efectúa de acuerdo con el registro de secuencia de operaciones, detallando las operaciones de máquina y las manuales. Durante la toma de tiempos, no se permitió interrupciones, y se comprobó que los movimientos del trabajador fueran los adecuados; en el caso de presentarse inconvenientes o retrasos se procedieron a realizar una nueva toma de

tiempos. Se estableció una distancia prudencial de 2m entre el operario y el analista para que se efectúe las operaciones de la manera más natural y real. Este trabajo se realizó durante 30 repeticiones consecutivas por cada operación (anexo 5). Luego, se determinó el tiempo estándar de cada proceso mediante el siguiente formato:

Tabla 6. Hoja de tiempos

FABRILFAME S.A						
HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS			FECHA:	26 de Septiembre del 2013		
PRENDA: BOTA PATUCA						
No	OPERACIÓN	TIPO MAQ	Promedio tiempos segundos	A.V.	Suple	T.S (MIN)
CORTE						
10	Tender cuero	MAN	9,67	1	1,26	0,20
20	Enrollar cuero	MAN	6,33	1	1,26	0,13
30	Tender lona	MAN	7,33	1	1,26	0,15
40	Tender tafílete	MAN	7,00	1	1,26	0,15
50	Tender gabardina	MAN	7,00	1	1,26	0,15
60	Troquelar cuero para 4 orejas	TRO	17,00	1	1,26	0,36
70	Troquelar cuero para capellada	TRO	15,33	1	1,26	0,32
80	Troquelar cuero para talón	TRO	11,33	1	1,26	0,24
90	Troquelar tafílete para orejas	TRO	14,33	1	1,26	0,30
100	Troquelar tafílete para talón	TRO	8,67	1	1,26	0,18
110	Troquelar tafílete para plantilla	TRO	25,00	1	1,26	0,53
120	Troquelar lona para caña	TRO	5,67	1	1,26	0,12
130	Troquelar fuelle	TRO	5,67	1	1,26	0,12
140	Troquelar gabardina para capellada	TRO	3,33	1	1,26	0,07
	Pasar material cortado					1,10
	Tiempo total sección corte					4,12
APARADO						
150	Pintar capellada de cuero	MAN	3,67	1	1,26	0,08
160	Pintar orejas de cuero	MAN	4,67	1	1,26	0,10
170	Pintar talones de cuero	MAN	4,00	1	1,26	0,08
180	Pintar orejas de tafílete	MAN	4,67	1	1,26	0,10
190	Desbastar talones	DES	8,00	1	1,26	0,17
200	Desbastar orejas	DES	8,67	1	1,26	0,18
210	Desbastar capellada	DES	12,67	1	1,26	0,27
220	Enumerar	NUM	6,67	1	1,26	0,14
230	Unir las cañas de lona	Z-Z	22,33	1	1,26	0,47
240	Cortar hilos	MAN	4,00	1	1,26	0,08
250	Ribetear filo de caña	RIB	7,33	1	1,26	0,15

260	Cortar hilos	MAN	4,00	1	1,26	0,08
270	Tender y cortar reata (5cm)	MAN	4,00	1	1,26	0,08
280	Tender y cortar reata (2,5cm)	MAN	4,00	1	1,26	0,08
290	Coser refuerzos de caña (reata 5cm)	2A	57,67	1	1,26	1,21
300	Recortar sobrante	MAN	10,00	1	1,26	0,21
310	Coser refuerzos de caña en hilos (reata 2,5cm)	2A	26,33	1	1,26	0,55
320	Coser reata en filo de caña (arriba)	1A	9,00	1	1,26	0,19
330	Coser reata en filo de caña (abajo)	1A	6,33	1	1,26	0,13
340	Cortar hilos	MAN	4,00	1	1,26	0,08
350	Unir orejar de cuero en lona	1A	61,00	1	1,26	1,28
360	Cortar hilos	MAN	4,00	1	1,26	0,08
370	Coser forro de talón en caña	1A	24,67	1	1,26	0,52
380	Cortar hilos	MAN	4,00	1	1,26	0,08
390	Coser talón de cuero en caña	2A	29,67	1	1,26	0,62
400	Ribetear fuelle	RIB	7,67	1	1,26	0,16
410	Cortar hilos	MAN	4,00	1	1,26	0,08
420	Coser orejas en fuelle	1A	29,33	1	1,26	0,62
430	Recortar	MAN	5,00	1	1,26	0,11
440	Pegar forro de capellada con gabardina	MAN	26,67	1	1,26	0,56
450	Perforar capellada para respiraderos	PER	7,00	1	1,26	0,15
460	Colocar respiraderos	MAN	13,67	1	1,26	0,29
470	Remachar respiraderos	PER	6,33	1	1,26	0,13
480	Contar pares	MAN	3,00	1	1,26	0,06
490	Unir fuelle con capellada	2A	23,00	1	1,26	0,48
500	Unir fuelle con caña	P1A	185,00	1	1,26	3,89
510	Rematar caña con capellada	P2A	78,00	1	1,26	1,64
520	Perforar y colocar ojales	OJA	21,00	1	1,26	0,44
	Pasar material aparado					1,12
	Tiempo total sección aparado					16,77
	ARMADO					
530	Troquelar plantillas de armado	TRO	9,00	1	1,26	0,19
540	Troquelas puntas termoplástico	TRO	8,00	1	1,26	0,17
550	Desbastar puntas	DES	8,00	1	1,26	0,17
560	Troquelas talones termoplástico	TRO	17,33	1	1,26	0,36
570	Desbastar talones	DES	14,00	1	1,26	0,29
580	Clasificar homas	MAN	12,33	1	1,26	0,26
590	Clavar plantillas y recortar	C.P	30,00	1	1,26	0,63
600	Encementar plantillas	MAN	17,00	1	1,26	0,36
610	Encementar y pegar contrafuerte de talones	MAN	39,67	1	1,26	0,83
620	Preformar talones	PRE	46,33	1	1,26	0,97
630	Encementar puntas de contrafuerte	MAN	9,00	1	1,26	0,19
640	Pegar puntas de contrafuerte en bota	MAN	29,33	1	1,26	0,62
650	Encementar filo de bota	ENC	19,67	1	1,26	0,41

660	Amar puntas	A.P	64,67	1	1,26	1,36
670	Amar costados y talones	A.C.T	54,33	1	1,26	1,14
680	Recortar y quemar puntas	MAN	80,33	1	1,26	1,69
690	Cardar bota	CAR	30,00	1	1,26	0,63
700	Colocar cambriones	MAN	61,33	1	1,26	1,29
	Pasar material armado					1,10
	Tiempo total sección armado					12,66
	GOOD YEAR					
710	Cardar entresuela parte externa	CAR	35,33	1	1,26	0,74
720	Cardar entresuela parte interna	CAR	59,00	1	1,26	1,24
730	Cardar planta	CAR	52,67	1	1,26	1,11
740	Limpiar entresuela y planta	CEP	25,67	1	1,26	0,54
750	Colocar pega parte interna entresuela	MAN	20,33	1	1,26	0,43
760	Colocar pega en la bota	MAN	21,00	1	1,26	0,44
770	Colocar entresuela y prensar bota	PRN	38,33	1	1,26	0,81
780	Descalzar horma	S.H	22,67	1	1,26	0,48
790	Segundear (coser)	SEG	29,00	1	1,26	0,61
800	Calzar horma y recortar hilos	MAN	23,00	1	1,26	0,48
810	Pasar líquido activador en bota	MAN	12,33	1	1,26	0,26
820	Colocar pega en entresuela cosida	MAN	12,33	1	1,26	0,26
830	Pasar líquido activador en plantas	MAN	12,33	1	1,26	0,26
840	Colocar pega en plantas	MAN	14,00	1	1,26	0,29
850	Reactivar, colocar planta y prensar	PRN	30,33	1	1,26	0,64
860	Corregir fillos de bota	MAN	25,33	1	1,26	0,53
870	Descalzar horma	S.H	22,00	1	1,26	0,46
880	Pulir ruedo de bota	PULI	100,33	1	1,26	2,11
890	Acomodar en coche	MAN	6,00	1	1,26	0,13
	Pasar material good year					1,15
	Tiempo total sección good year					12,95
	ACABADO Y EMBALAJE					
900	Cortar sobrante de hilos y clasificar	MAN	14,00	1	1,26	0,29
910	Colocar plantilla (preformado)	MAN	20,00	1	1,26	0,42
920	Quemar hilos	MAN	23,67	1	1,26	0,50
930	Sacar pegas	MAN	24,33	1	1,26	0,51
940	Lustrar con tinta	MAN	32,67	1	1,26	0,69
950	Sopletear laca	SOP	21,00	1	1,26	0,44
960	Colocar cordones y enfundar	MAN	22,67	1	1,26	0,48
970	Empacar	MAN	14,00	1	1,26	0,29
	Tiempo total sección acabado y embalaje					3,62
					TOTAL CICLO:	50,11

En la tabla 6 nos indica cada uno de los procesos y adicionalmente se tomó en cuenta el tiempo de transporte de un área a otra, porque se realiza paquetes y se pasa. De esta manera pudimos determinar que el tiempo estándar es de 50,11 minutos. Adicionalmente en el anexo 6 nos indica la estructura base de la bota patuca.

3.11 ANÁLISIS DE MÉTODOS

Como eje principal el análisis de métodos, se realizó el estudio de movimientos para la operación número 500 que es unir fuelle en caña en la máquina poste de 1 aguja. A través del estudio de tiempos, se evidenció el cuello de botella en el área de Aparado debido a que tiene menor capacidad de producción en esta sección debido a la complejidad de la confección. Como se ilustra en la Figura 29.

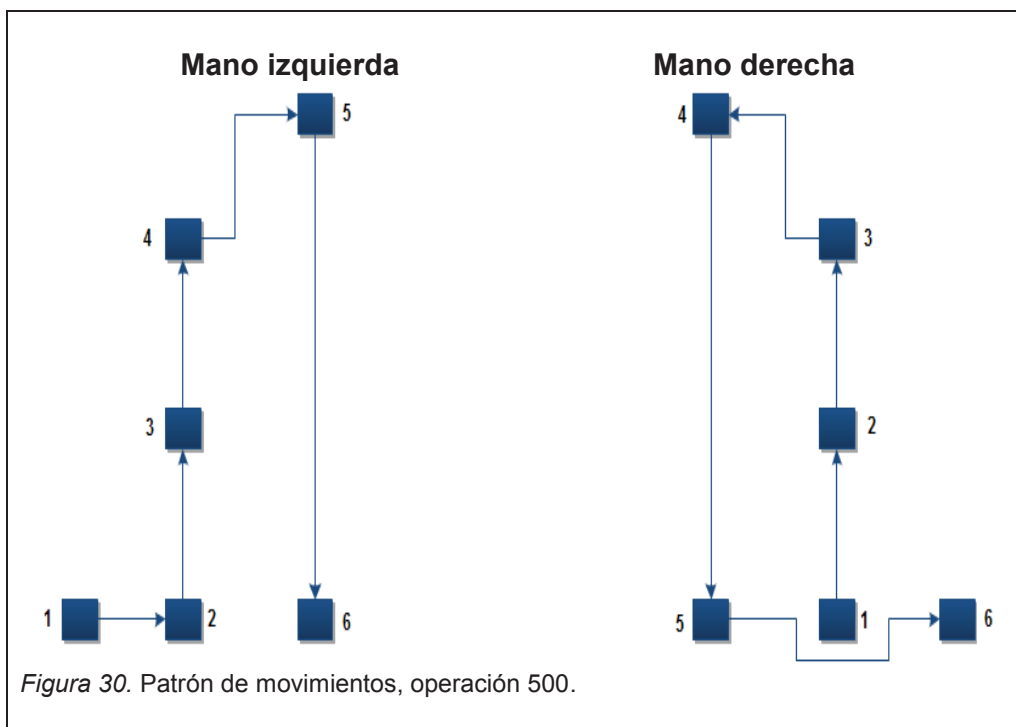


Figura 29. Estudio de movimientos para la operación unir fuelle con capellada. Tomado de FABRILFAME S.A.

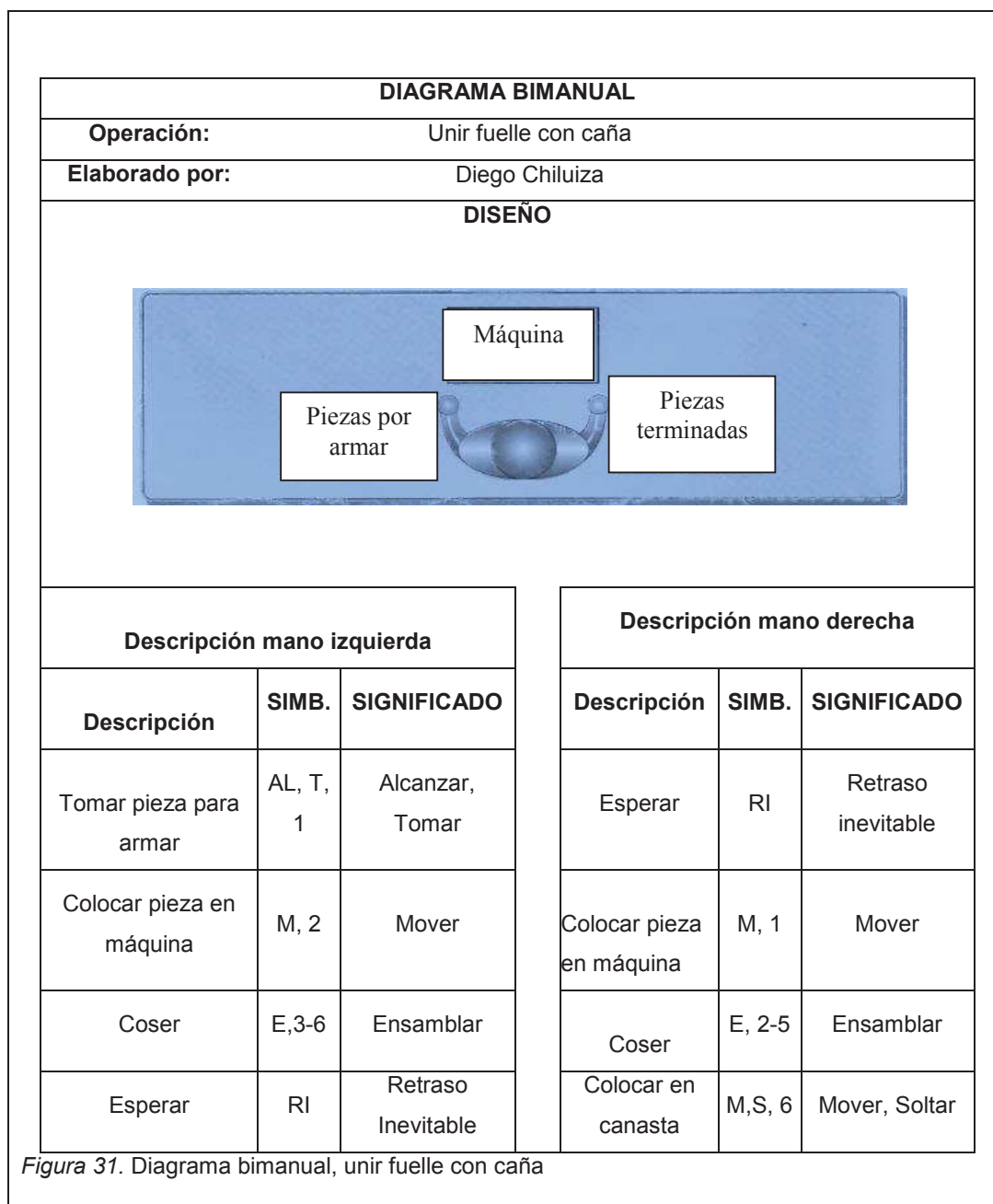
A través de la toma de tiempos en cada actividad, se verificó que el operario realice la actividad correspondiente de la siguiente forma:

- Las manos y los brazos sigan patrones de movimientos uniformes, continuos y curvos a través del diagrama patrón de movimientos.

Patrón de movimientos



- Movimiento de manos simultánea, rítmica y simétricamente en direcciones opuestas, iniciando con la mano izquierda la que agarra la prenda y terminado que suelta la prenda.



- Dentro de los límites prácticos, los movimientos se limiten a la distancia más corta posible como se evidencia en el diagrama patrón de movimientos y diseño de celda de trabajo.

3.12 DIAGRAMA DE OPERACIONES

El diagrama de operaciones permite entender de forma clara y precisa la interacción de las operaciones para la confección del producto bota patuca.

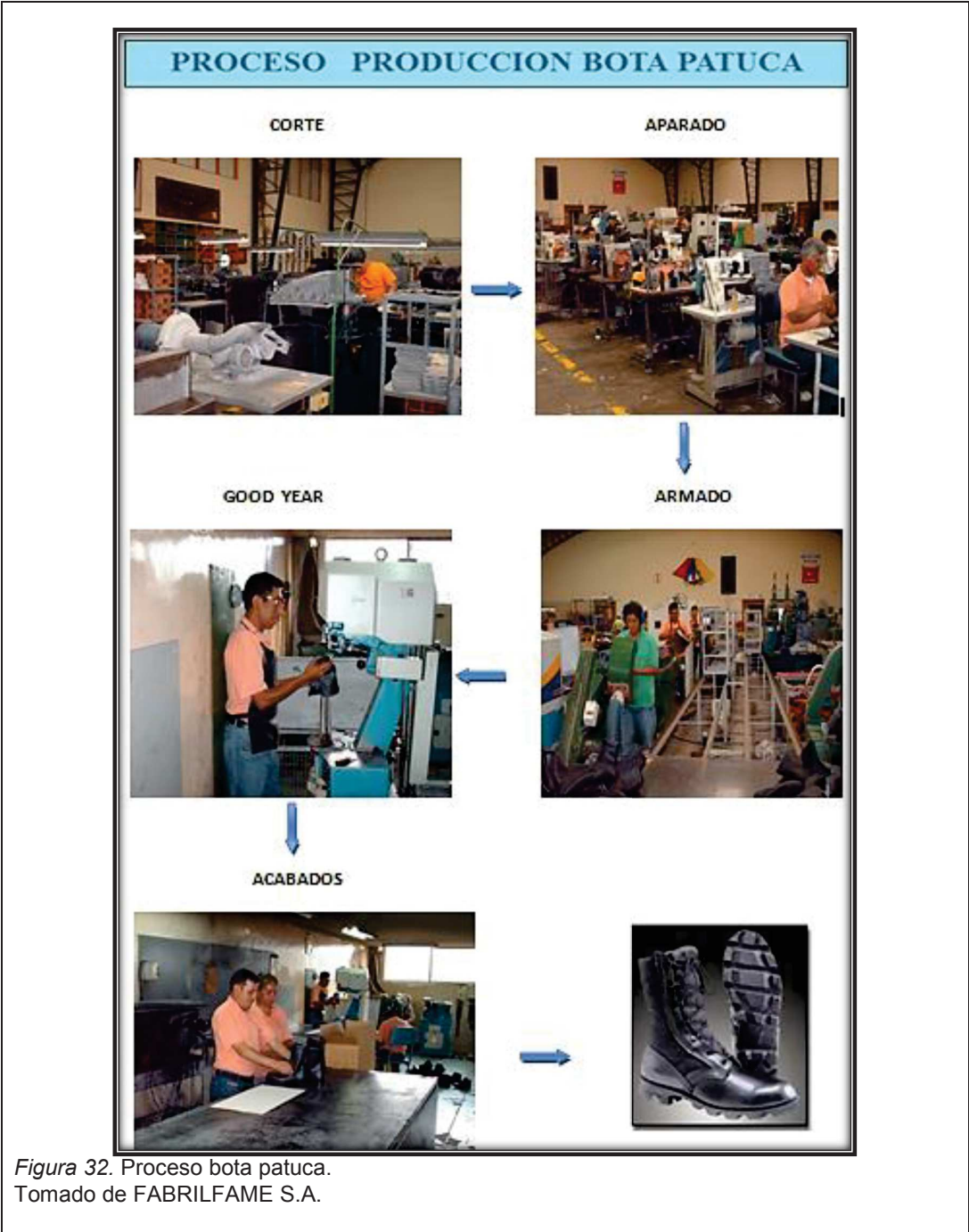


Figura 32. Proceso bota patuca. Tomado de FABRILFAME S.A.

DIAGRAMA DE OPERACIONES "BOTA PATUCA"

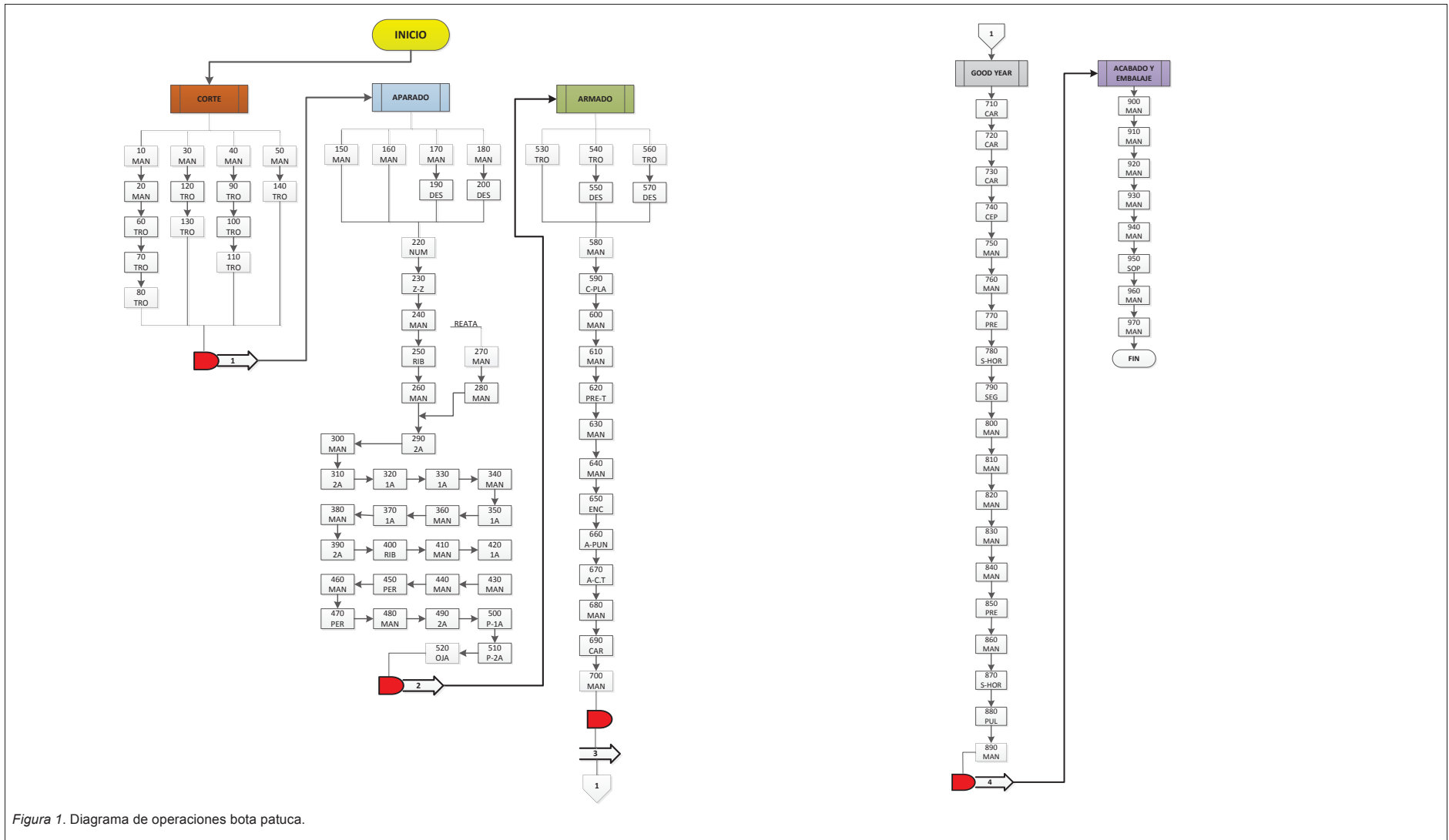


Figura 1. Diagrama de operaciones bota patuca.

Tabla 7. Resumen diagrama de operaciones

RESUMEN			
SÍMBOLO	SIGNIFICADO	CANTIDAD	TIEMPO (min)
	Operación	97	45,51
	Transporte	8	0,87
	Demora	4	3,73
TOTAL			50,11

En la actualidad los controles en el proceso productivo son escasos, por lo que genera varios reprocesos y como resultado no cumple la especificación técnica. El diagrama de operaciones es una herramienta que nos permite evidenciar estos procesos claves para implementar los controles necesarios y mejorar la productividad.

3.13 CURSOGRAMA ANALÍTICO

A través del cursograma analítico podemos evidenciar la secuencia de operaciones de forma gráfica, con el fin de mejorar y lograr procedimientos más eficientes, como se expone en la Tabla 9.

3.14 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

La mejor manera de entender un proceso productivo en general es mediante una representación gráfica, por lo que tenemos la Figura 35 donde se representa el diagrama de flujo del proceso.

3.15 CENTROS DE TRABAJO

Son áreas de trabajo que permiten mantener el flujo de la operación y mantener una secuencia de los procesos de manera ordenada. Los centros de trabajo para la bota patuca son:

Tabla 8. Centros de trabajo bota patuca

No. Operación	Proceso	Centros de trabajo	T.S. min	Máquinas
10 –140	Corte	1	4,12	TRO
150 – 520	Aparado	1	16,77	DES, NUM, ZZ, RIB, 2A, 1A, OJA, P1A, P2A
530 –700	Armado	1	12,66	TRO, DES, C.P, PRE, ENC, A.P, ACT, CAR
710 – 890	Good Year	1	12,95	CAR, CEP, PRE, S.H, SEG, PUL
900 – 970	Acabado y Embalaje	1	3,62	SOP
TOTAL		5	50,11	

CURSOGRAMA ANALÍTICO BOTA PATUCA

Tabla 9. Cursograma analítico bota patuca.

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO "BOTA PATUCA"		Actividad	Actual	Propuesta	Observación				
		OPERACIÓN	97						
		TRANSPORTE	8						
		DEMORA	4						
Proceso:	Productivo	INSPECCIÓN							
Actividad:	Fabricación bota patuca	ALMACENAJE							
Método:	Actual	Símbolo			Tiempo				
Realizado por:	Diego Chiluiza	■	→	D	○	▼	(MIN)	(MIN)	(MIN)
No.	DESCRIPCIÓN								
CORTE									
1	Tender cuero	●					0,20		
2	Enrollar cuero	●					0,13		
3	Tender lona	●					0,15		
4	Tender tafilete	●					0,15		
5	Tender gabardina	●					0,15		
6	Troquelar cuero para 4 orejas	●					0,36		
7	Troquelar cuero para capellada	●					0,32		
8	Troquelar cuero para talón	●					0,24		
9	Troquelar tafilete para orejas	●					0,30		
10	Troquelar tafilete para talón	●					0,18		
11	Troquelar tafilete para plantilla	●					0,53		
12	Troquelar lona para caña	●					0,12		
13	Troquelar fuelle	●					0,12		
14	Troquelar gabardina para capellada	●					0,07		
a	Recoger y pasar material cortado	●	→					0,18	0,91

APARADO								
15	Pintar capellada de cuero	•				0,08		
16	Pintar orejas de cuero	•				0,10		
17	Pintar talones de cuero	•				0,08		
18	Pintar orejas de tafílete	•				0,10		
19	Desbastar talones	•				0,17		
20	Desbastar orejas	•				0,18		
21	Desbastar capellada	•				0,27		
22	Enumerar	•				0,14		
23	Unir las cañas de lona	•				0,47		
24	Coratar hilos	•				0,08		
25	Ribetear filo de caña	•				0,15		
26	Cortar hilos	•				0,08		
27/b	Tender y cortar reata (5cm)	•	•			0,05	0,03	
28/c	Tender y cortar reata (2,5cm)	•	•			0,05	0,03	
29	Coser refuerzos de caña (reata 5cm)	•				1,21		
30	Recortar sobrante	•				0,21		
31	Coser refuerzos de caña en filis (reata 2,5cm)	•				0,55		
32	Coser reata en filo de caña (arriba)	•				0,19		
33	Coser reata en filo de caña (abajo)	•				0,13		
34	Cortar hilos	•				0,08		
35	Unir orejar de cuero en lona	•				1,28		
36	Cortar hilos	•				0,08		
37	Coser forro de talón en caña	•				0,52		
38	Cortar hilos	•				0,08		
39	Coser talón de cuero en caña	•				0,62		
40	Ribetear fuelle	•				0,16		
41	Cortar hilos	•				0,08		
42	Coser orejas en fuelle	•				0,62		
43	Recortar	•				0,11		
44	Pegar forro de capellada con gabardina	•				0,56		
45	Perforar capellada para respiraderos	•				0,15		
46	Colocar respiraderos	•				0,29		
47	Remachar respiraderos	•				0,13		
48	Contar pares	•				0,06		
49	Unir fuelle en capellada	•				0,48		
50	Unir fuelle en caña	•				3,89		
51	Rematar caña con capellada	•				1,64		
52	Perforar y colocar ojales	•				0,44		
d	Recoger y pasar material aparado	•	•				0,18	0,95

ARMADO									
53/e	Troquelear plantillas de armado					0,16	0,03		
54	Troquelear puntas termoplástico					0,17			
55	Desbastar puntas					0,17			
56/f	Troquelear talones termoplástico					0,33	0,03		
57	Desbastar talones					0,29			
58	Clasificar hormas					0,26			
59	Clavar plantillas en hormas y recortar					0,63			
60	Encementar plantillas					0,36			
61	Encementar y pegar contrafuerte de talones					0,83			
62	Preformar talones					0,97			
63	Encementar puntas de contrafuerte					0,19			
64	Pegar puntas de contrafuerte en bota					0,62			
65	Encementar filo de bota					0,41			
66	Armar puntas					1,36			
67	Armar costados y talones					1,14			
68	Recortar y quemar puntas					1,69			
69	Cardar bota					0,63			
70	Colocar cambriones					1,29			
g	Recoger y pasar material armado						0,19	0,92	
GOOD YEAR									
71	Cardar entresuela parte externa					0,74			
72	Cardar entresuela parte interna					1,24			
73	Cardar planta					1,11			
74	Limpiar entresuela y planta					0,54			
75	Colocar pega parte interna entresuela					0,43			
76	Colocar pega en la bota					0,44			
77	Colocar entresuela y prensar bota					0,81			
78	Descalzar horma					0,48			
79	Segundear (coser)					0,61			
80	Calzar horma y recortar hilos					0,48			
81	Pasar líquido activador en bota					0,26			
82	Colocar pega en entresuela cosida					0,26			
83	Pasar líquido activador en plantas					0,26			
84	Colocar pega en plantas					0,29			
85	Rectivar, colocar planta y prensar					0,64			
86	Corregir fillos de bota					0,53			
87	Descalzar horma					0,46			
88	Pulir ruedo de bota					2,11			
89	Acomodar en coche					0,13			
h	Recoger y pasar material good year						0,20	0,95	
ACABADO Y EMBALAJE									
90	Cortar sobrante de hilos y clasificar					0,29			
91	Colocar plantilla (preformado)					0,42			
92	Quemar hilos					0,50			
93	Sacar pegas					0,51			
94	Lustrar con tinta					0,69			
95	Sopletear laca					0,44			
96	Colocar cordones y enfundar					0,48			
97	Empacar					0,29			
TOTAL:		97	8	4	0	0	45,51	0,87	3,73

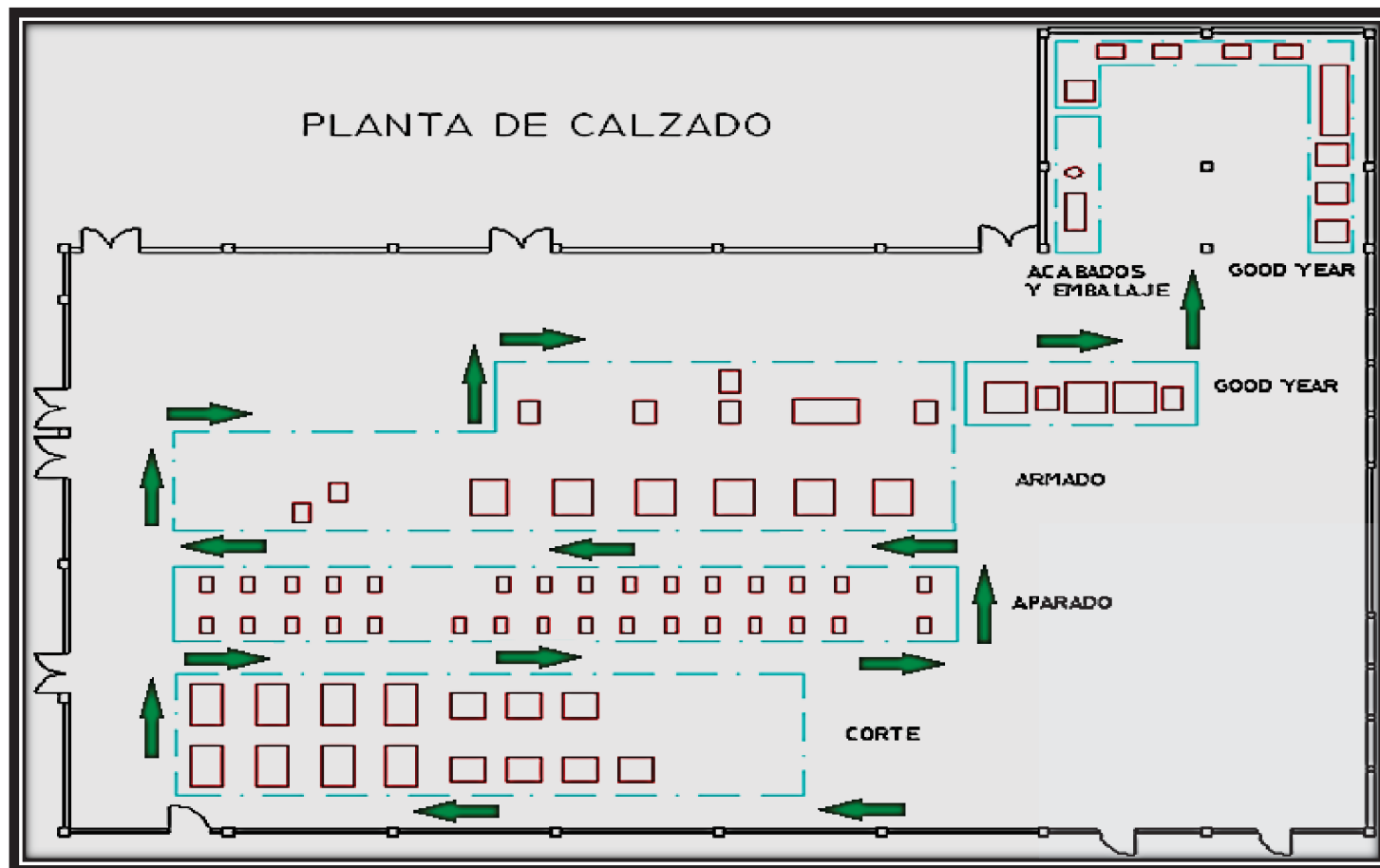


Figura 34. Layout de flujo de proceso de la bota patuca.

En la figura 34, observamos la distribución de la planta y de la maquinaria. El proceso inicia en la sección de corte donde se recibe la materia prima para el inicio de la confección. Una vez cortado el material éste pasa a la sección de aparado en paquetes grandes dependiendo la orden de producción. Después continúa hacia la sección de armado donde ya toma forma la bota. Posteriormente sigue a la zona de good year donde se une la planta con la bota y finalmente llega a los acabados donde se limpia y se empaca.

3.16 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una vez realizado el estudio de tiempos en todos los procesos, se observó que el cuello de botella de la planta se encuentra en la línea de “Armado”, debido a que el manejo de la maquinaria en esta área es muy complejo por el alto riesgo de atrapamiento y en razón de que la maquinaria es bastante antigua, está sujeta a continuos fallos mecánicos. Por otra parte en esta operación se requiere personal que sea altamente capacitado y que sea capaz de operar cualquier máquina en general, puesto que en la actualidad cada operador cumple una función específica y se vuelve indispensable en el proceso productivo, lo cual no es recomendable debido a que puede causar paras muy representativas por cualquier motivo que el operador presente.

Del mismo modo se estableció el tiempo estándar de confección para cada proceso y operación. También se tomó en cuenta el transporte y tiempo de espera durante el proceso productivo y se obtuvo 4,6 min entre los dos anteriormente mencionados, y sumado al tiempo de estándar de las operaciones de 45,51 min; se determinó el tiempo de ciclo por unidad de bota de 50,11 min.

Además, se realizó un control con el número de prendas que fueron reprocesadas por no cumplir con las especificaciones técnicas del producto (con fallas), esto se realizó mediante un estudio de muestreo, tomando como

referencia 100 pares de botas en la jornada de trabajo, durante 5 días, como resultado nos dio que el 1% son reprocesados.

Para identificar las causas de las fallas de la calidad, se realizó una investigación específicamente en el proceso de armado, lo que se evidenció es que la maquinaria por la antigüedad que tiene, muchas veces se descalibra y por esa razón se comete fallos y se pierde el ritmo de producción.

Otro factor analizado fue que el personal trabaja con tareas diarias que deben ser cumplidas, por consiguiente el personal está presionado a cumplir esta carga de trabajo, creando y pasando fallos en cadena del proceso hasta culminar con la fabricación del producto elaborado.

Para registrar los resultados se elaboró una hoja de balance, que contiene lo siguiente:

Tiempo estándar: Tiempo promedio del ciclo del producto.

Operarios: Número de personas involucrado en el proceso productivo de cada área.

Jornada: Tiempo de la jornada de trabajo, es decir 470 minutos equivalen a 7,83 horas de trabajo, ya que 10 minutos diarios son de receso.

Prendas/día: Cantidad de prendas que deberían fabricarse en la jornada de trabajo, viene dado por:

$$Prendas\ día = \frac{(Operarias)*(Jornada)}{Tiempo\ estandar} \quad (\text{Ecuación 6})$$

Producción real/día: A través de un control diario en campo, se evidenció los reprocesos y la producción real por día es:

*Producción real día = prendas día * reprocesos* (Ecuación 7)

Prendas/hora: Cantidad de prendas realizados por hora de trabajo.

$Prendas\ hora = \frac{prendas\ día}{7.83hrs} \text{ y/o } = \frac{60min}{T.S\ en\ min}$ (Ecuación 8)

No.: Número de la operación del proceso de confección, la denominación se hace de acuerdo a la perspectiva del analizador.

OPERACIONES: Definición de las actividades o tareas que se realizan en cada proceso.

T/MAQ: Tipo de máquina que se requiere para desarrollar cada operación.

T.S.: Tiempo normal o estándar para realizar cada operación y/o proceso, dado en minutos. El mismo que se encuentra en la Hoja de Estudio de tiempos.

P.D: Número de piezas de cada operación confeccionadas en una jornada.

$P.D. = \frac{470\ min}{t.s.}$ (Ecuación 9)

P.H: Número de piezas de la prenda que son confeccionadas en una hora de trabajo.

$P.H. = \frac{60\ min}{t.s.}$ (Ecuación 10)

MIN. NEC Minutos necesarios para realizar cada operación y poder cumplir con el proceso de la prenda.

CANT. PUEST. Porcentaje de ocupación de la persona en cada actividad que realiza.

En la Tabla 10 se detalla la HOJA DE BALANCEO DE LA PRENDA, que sirve como guía de referencia para planificar y controlar la producción:

Tabla 10. Hoja de balanceo de la prenda

HOJA DE BALANCEO DE LA PRENDA							
Prenda:		BOTA PATUCA		CALZADO			
Fecha:		20/10/2013					
TIEMPO ESTANDAR:		3,02					
Operarias:		3					
Jornada:		470					
TIEMPO ESTANDAR:		3,02					
Prendas/día:		467,4					
Prendas/hora:		58,4					
No.	OPERACIONES	T/MAQ	T.S.	MIN.NEC	CANT. PUEST.	P.H.	P.D.
	CORTE						
10	Tender cuero	MAN	0,20	94,87	0,20	289	467
20	Enrollar cuero	MAN	0,13	62,16	0,13	442	467
30	Tender lona	MAN	0,15	71,97	0,15	381	467
40	Tender tafílete	MAN	0,15	68,70	0,15	400	467
50	Tender gabardina	MAN	0,15	68,70	0,15	400	467
60	Troquelar cuero para 4 orejas	TRO	0,36	166,84	0,35	165	467
70	Troquelar cuero para capellada	TRO	0,32	150,49	0,32	182	467
80	Troquelar cuero para talón	TRO	0,24	111,23	0,24	247	467
90	Troquelar tafílete para orejas	TRO	0,30	140,67	0,30	195	467
100	Troquelar tafílete para talón	TRO	0,18	85,06	0,18	323	467
110	Troquelar tafílete para plantilla	TRO	0,53	245,36	0,52	112	467
120	Troquelar lona para caña	TRO	0,12	55,61	0,12	494	467
130	Troquelar fuelle	TRO	0,12	55,61	0,12	494	467
140	Troquelar gabardina para capellada	TRO	0,07	32,71	0,07	839	467
			3,02				

HOJA DE BALANCEO DE LA PRENDA

Prenda:	BOTA PATUCA
Fecha:	20/10/2013

CALZADO

TIEMPO ESTANDAR:	15,65
Operarias:	18
Jornada:	470
TIEMPO ESTANDAR:	15,65
Prendas/día:	541
Prendas/hora:	67,6

No.	OPERACIONES	T/MAQ	T.S.	MIN. NEC	CANT. PUEST.	P.H.	P.D.
	APARADO						
150	Pintar capellada de cuero	MAN	0,08	41,64	0,09	763	541
160	Pintar orejas de cuero	MAN	0,10	52,99	0,11	599	541
170	Pintar talones de cuero	MAN	0,08	45,42	0,10	699	541
180	Pintar orejas de tafilete	MAN	0,10	52,99	0,11	599	541
190	Desbastar talones	DES	0,17	90,85	0,19	350	541
200	Desbastar orejas	DES	0,18	98,42	0,21	323	541
210	Desbastar capellada	DES	0,27	143,84	0,31	221	541
220	Enumerar	NUM	0,14	75,70	0,16	420	541
230	Unir las cañas de lona	Z-Z	0,47	253,61	0,54	125	541
240	Cortar hilos	MAN	0,08	45,42	0,10	699	541
250	Ribetear filo de caña	RIB	0,15	83,28	0,18	381	541
260	Cortar hilos	MAN	0,08	45,42	0,10	699	541
270	Tender y cortar reata (5cm)	MAN	0,08	45,42	0,10	699	541
280	Tender y cortar reata (2,5cm)	MAN	0,08	45,42	0,10	699	541
290	Coser refuerzos de caña (reata 5cm)	2A	1,21	654,85	1,39	49	541
300	Recortar sobrante	MAN	0,21	113,56	0,24	280	541
310	Coser refuerzos de caña en fillos (reata 2,5)	2A	0,55	299,03	0,64	106	541
320	Coser reata en filo de caña (arriba)	1A	0,19	102,20	0,22	311	541
330	Coser reata en filo de caña (abajo)	1A	0,13	71,92	0,15	442	541
340	Cortar hilos	MAN	0,08	45,42	0,10	699	541
350	Unir orejar de cuero en lona	1A	1,28	692,70	1,47	46	541
360	Cortar hilos	MAN	0,08	45,42	0,10	699	541
370	Coser forro de talón en caña	1A	0,52	280,11	0,60	113	541
380	Cortar hilos	MAN	0,08	45,42	0,10	699	541
390	Coser talón de cuero en caña	2A	0,62	336,89	0,72	94	541
400	Ribetear fuelle	RIB	0,16	87,06	0,19	365	541
410	Cortar hilos	MAN	0,08	45,42	0,10	699	541
420	Coser orejas en fuelle	1A	0,62	333,10	0,71	95	541

430	Recortar	MAN	0,11	56,78	0,12	560	541
440	Pegar forro de capellada con gabardina	MAN	0,56	302,82	0,64	105	541
450	Perforar capellada para respiraderos	PER	0,15	79,49	0,17	400	541
460	Colocar respiraderos	MAN	0,29	155,19	0,33	205	541
470	Remachar respiraderos	PER	0,13	71,92	0,15	442	541
480	Contar pares	MAN	0,06	34,07	0,07	933	541
490	Unir fuelle en capellada	2A	0,48	261,18	0,56	122	541
500	Unir fuelle en caña	P1A	3,89	2100,81	4,47	15	541
510	Rematar caña con capellada	P2A	1,64	885,74	1,88	36	541
520	Perforar y colocar ojales	OJA	0,44	238,47	0,51	133	541
			15,65				

HOJA DE BALANCEO DE LA PRENDA

Prenda:	BOTA PATUCA	CALZADO
Fecha:	20/10/2013	

TIEMPO ESTANDAR:	11,56
Operarias:	10
Jornada:	470
TIEMPO ESTANDAR:	11,56
Prendas/día:	407
Prendas/hora:	50,8

No.	OPERACIONES	T/MAQ	T.S.	MIN.NEC	CANT. PUEST.	P.H.	P.D.
ARMADO							
530	Troquelar plantillas de armado	TRO	0,19	76,86	0,16	311	407
540	Troquelas puntas termoplástico	TRO	0,17	68,32	0,15	350	407
550	Desbastar puntas	DES	0,17	68,32	0,15	350	407
560	Troquelas talones termoplástico	TRO	0,36	148,03	0,31	161	407
570	Desbastar talones	DES	0,29	119,56	0,25	200	407
580	Clasificar hormas	MAN	0,26	105,33	0,22	227	407
590	Clavar plantillas y recortar	C.P	0,63	256,21	0,55	93	407
600	Encementar plantillas	MAN	0,36	145,18	0,31	165	407
610	Encementar y pegar contrafuerte	MAN	0,83	338,76	0,72	71	407
620	Preformar talones	PRE	0,97	395,70	0,84	60	407
630	Encementar puntas de contrafuerte	MAN	0,19	76,86	0,16	311	407
640	Pegar puntas de contrafuerte en bota	MAN	0,62	250,51	0,53	95	407
650	Encementar filo de bota	ENC	0,41	167,96	0,36	142	407
660	Armar puntas	A.P	1,36	552,27	1,18	43	407

670	Armar costados y talones	A.C.T	1,14	464,02	0,99	51	407
680	Recortar y quemar puntas	MAN	1,69	686,07	1,46	35	407
690	Cardar bota	CAR	0,63	256,21	0,55	93	407
700	Colocar cambriones	MAN	1,29	523,80	1,11	46	407
			11,56				

HOJA DE BALANCEO DE LA PRENDA

Prenda:	BOTA PATUCA	CALZADO
Fecha:	20/10/2013	
TIEMPO ESTANDAR:	11,80	
Operarias:	13	
Jornada:	470	
TIEMPO ESTANDAR:	11,80	
Prendas/día:	518	
Prendas/hora:	64,7	

No.	OPERACIONES	T/MAQ	T.S.	MIN.NEC	CANT. PUEST.	P.H.	P.D.
GOOD YEAR							
710	Cardar entresuela parte externa	CAR	0,74	384,14	0,82	79	518
720	Cardar entresuela parte interna	CAR	1,24	641,44	1,36	47	518
730	Cardar planta	CAR	1,11	572,59	1,22	53	518
740	Limpiar entresuela y planta	CEPI	0,54	279,05	0,59	109	518
750	Colocar pega parte interna entresuela	MAN	0,43	221,06	0,47	138	518
760	Colocar pega en la bota	MAN	0,44	228,31	0,49	133	518
770	Colocar entresuela y prensar bota	PREN	0,81	416,76	0,89	73	518
780	Descalzar horma	S.H	0,48	246,43	0,52	123	518
790	Segundear (coser)	SEG	0,61	315,28	0,67	96	518
800	Calzar horma y recortar hilos	MAN	0,48	250,05	0,53	122	518
810	Pasar líquido activador en bota	MAN	0,26	134,09	0,29	227	518
820	Colocar pega en entresuela cosida	MAN	0,26	134,09	0,29	227	518
830	Pasar líquido activador en plantas	MAN	0,26	134,09	0,29	227	518
840	Colocar pega en plantas	MAN	0,29	152,21	0,32	200	518
850	Reactivar, colocar planta y prensar	PREN	0,64	329,78	0,70	92	518
860	Corregir fillos de bota	MAN	0,53	275,42	0,59	110	518
870	Descalzar horma	S.H	0,46	239,18	0,51	127	518
880	Pulir ruedo de bota	PUL	2,11	1090,81	2,32	28	518
890	Acomodar en coche	MAN	0,13	65,23	0,14	466	518
			11,80				

HOJA DE BALANCEO DE LA PRENDA							
Prenda:		BOTA PATUCA		CALZADO			
Fecha:		20/10/2013					
TIEMPO ESTANDAR:		3,62					
Operarias:		4					
Jornada:		470					
TIEMPO ESTANDAR:		3,62					
Prendas/día:		519,5					
Prendas/hora:		64,9					
No.	OPERACIONES	T/MAQ	T.S.	MIN.NEC	CANT. PUEST.	P.H.	P.D.
	ACABADO Y EMBALAJE						
900	Cortar sobrante de hilos y clasificar	MAN	0,29	152,73	0,32	200	519
910	Colocar plantilla (preformado)	MAN	0,42	218,18	0,46	140	519
920	Quemar hilos	MAN	0,50	258,18	0,55	118	519
930	Sacar pegas	MAN	0,51	265,45	0,56	115	519
940	Lustrar con tinta	MAN	0,69	356,36	0,76	86	519
950	Sopletear laca	SOP	0,44	229,09	0,49	133	519
960	Colocar cordones y enfundar	MAN	0,48	247,27	0,53	123	519
970	Empacar	MAN	0,29	152,73	0,32	200	519
			3,62				

Como resultado de las hojas de balanceo se puede evidenciar que ninguna de las 5 áreas del proceso está distribuida la carga de trabajo de igual manera. En el proceso de corte que cuenta con 3 personas, pueden fabricar 467 piezas en una jornada de 470 minutos. El siguiente proceso que es el aparado que cuenta con 18 operarios, tiene la capacidad de confeccionar 541 piezas. Siguiendo el orden de la tabla 10, tenemos que el proceso de armado posee 10 operarios y puede fabricar 407 piezas; posteriormente tenemos el proceso de good year que tiene 13 operarios y su capacidad es de 518 prendas; y finalmente llegamos al proceso de acabado y embalaje donde se encuentran 4 operarios que pueden terminar 519 pares de botas. Debido a este motivo que

se encuentra desbalanceado el proceso más adelante se puede visualizar la correcta distribución del trabajo en las distintas líneas de producción.

Por otra parte el tiempo del proceso de confección es de 45,61 min, adicionando el tiempo de transporte que es 4,6min; tenemos un tiempo total del ciclo de 50,11 minutos. La producción real por día es de 450 pares de botas.

3.17 SIMULACIÓN DEL PROCESO ACTUAL

La simulación del proceso de producción de la bota patuca se realizó en el Software Simul8. Para desarrollar la simulación fue necesario tener en cuenta:

- Activity center o centros de actividad.
- Toma de tiempos de cada proceso.

La simulación se desarrolló en la jornada de trabajo, para un día de la semana, la cual empieza a las 7:00 y termina a las 15:30; se tomó en cuenta las horas productivas que son 7 horas, 50 minutos.

3.17.1 Propiedades de Reloj

Se configuró el reloj en minutos con horario de entrada a las 7:00am, y la jornada de trabajo de 7 horas y 50 minutos diarios. Para visualizar mejor se utilizó reloj digital.

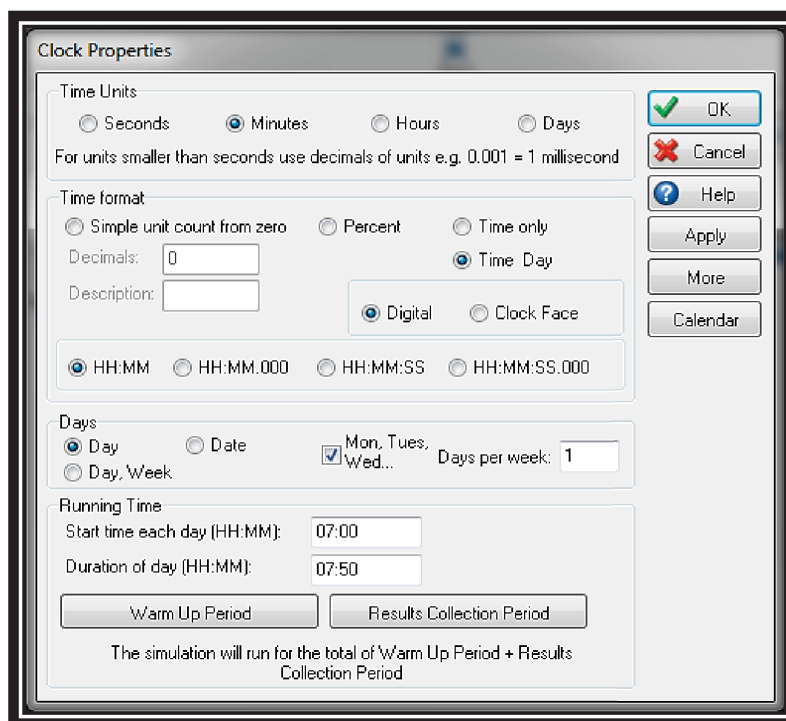


Figura 35. Propiedades del reloj.
Tomado de Simul8.

3.17.2 Información de Start Point

Primero se programó la información de entrada llamado Start Point. Aquí es donde los elementos de trabajo llegan al sistema, en este caso es la materia prima para la confección de la bota. La entrada trabaja con la distribución que viene por default que es la Exponencial y con llegadas ilimitadas de ítems, que sirve para que un ítem o materia prima que se requiere pueda ser tomado ese momento. A continuación se muestra en la figura 36.

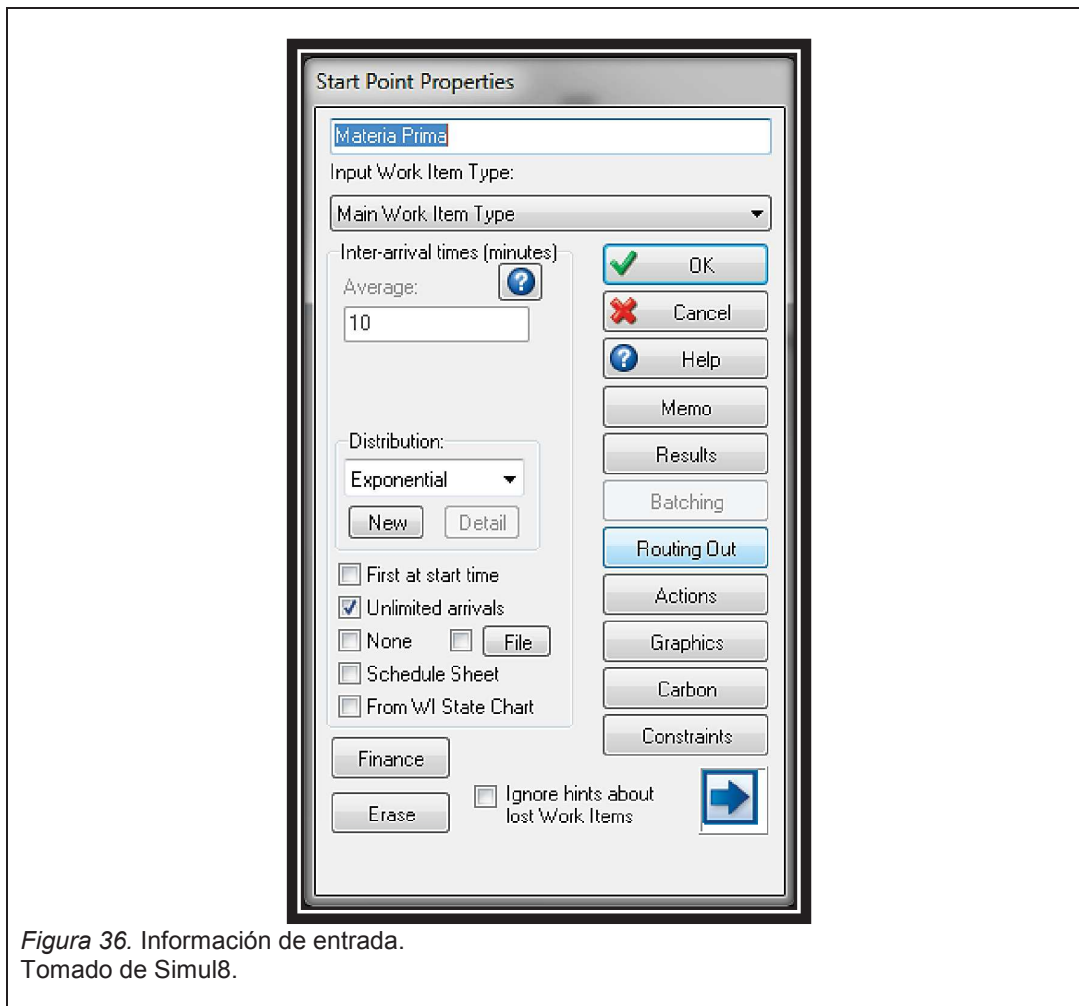


Figura 36. Información de entrada.
Tomado de Simul8.

3.17.3 Centros de Trabajo “Ficticio”

El centro de trabajo ficticio sirve para recibir en la entrada grupos o lotes de 20 pares de botas utilizando el sistema pull. Se aplica una distribución fija con un valor de 0 indicando que este centro de trabajo solo envía los paquetes al siguiente centro de trabajo para ser procesado.

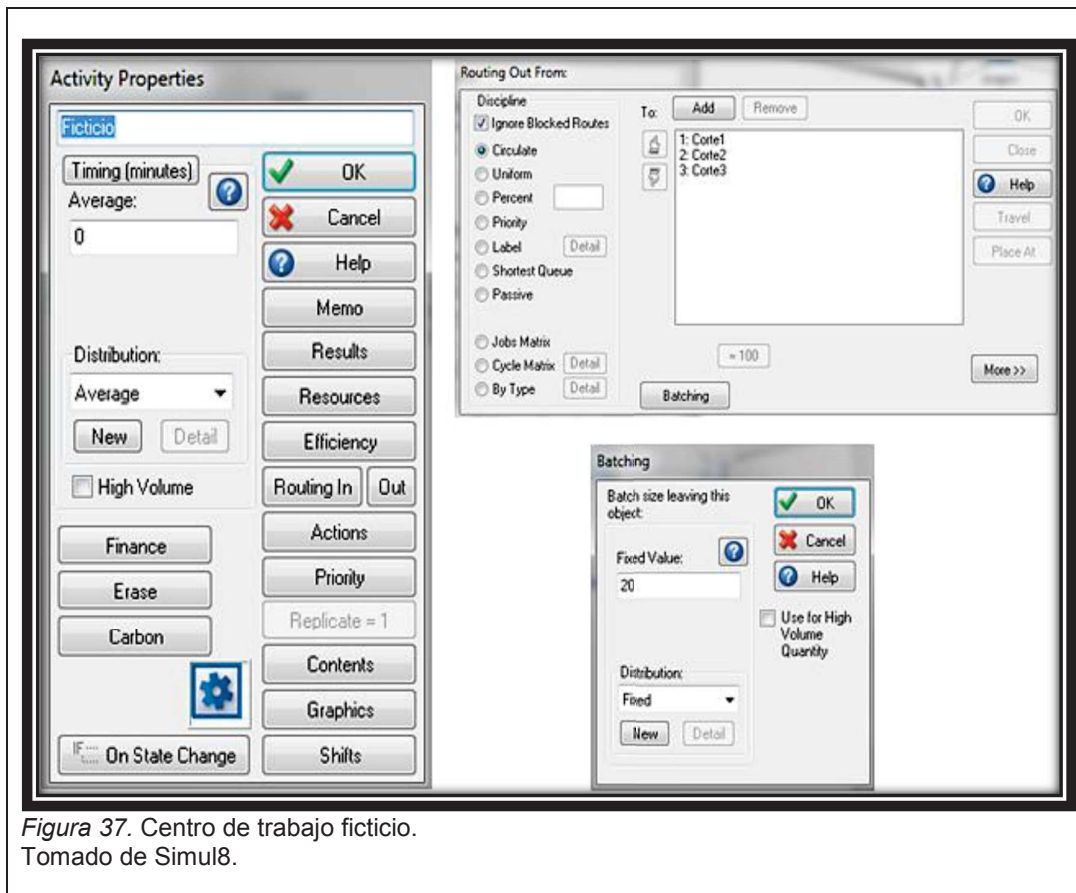


Figura 37. Centro de trabajo ficticio.
Tomado de Simul8.

3.17.4 Centros de Trabajo “Proceso”

Aquí es donde el trabajo se realiza en una máquina con la intervención de un operario. En estos centros de trabajo se realiza cada proceso de la bota patuca tomando en cuenta su tiempo estándar y el número de personas que conforman cada centro o área.



Figura 38. Proceso de centros de trabajo.
Tomado de Simul8.

3.17.5 Centros de Trabajo “Reproceso”

A través del estudio realizado, el reproceso más significativo se obtuvo en la línea armado y se asignó el respectivo ruteo para el fallo y otro para el acierto con los respectivos porcentajes de la cadena productiva.

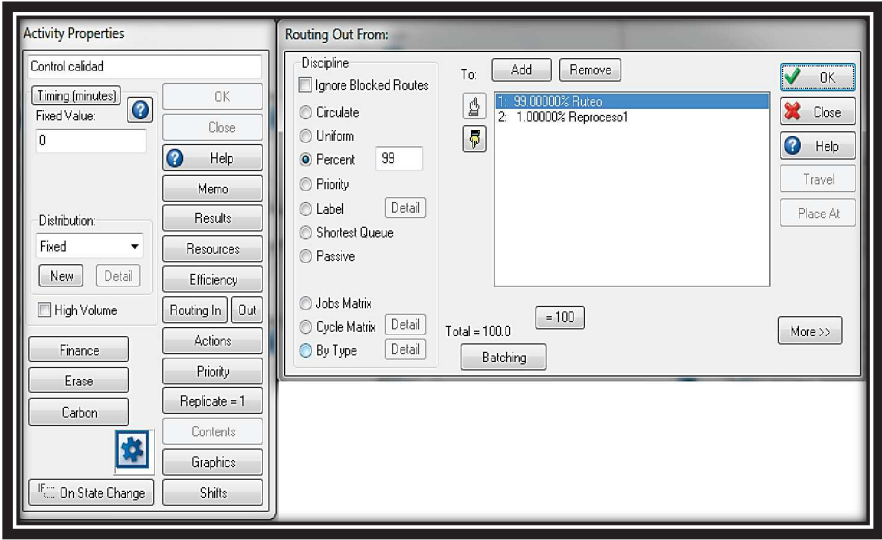
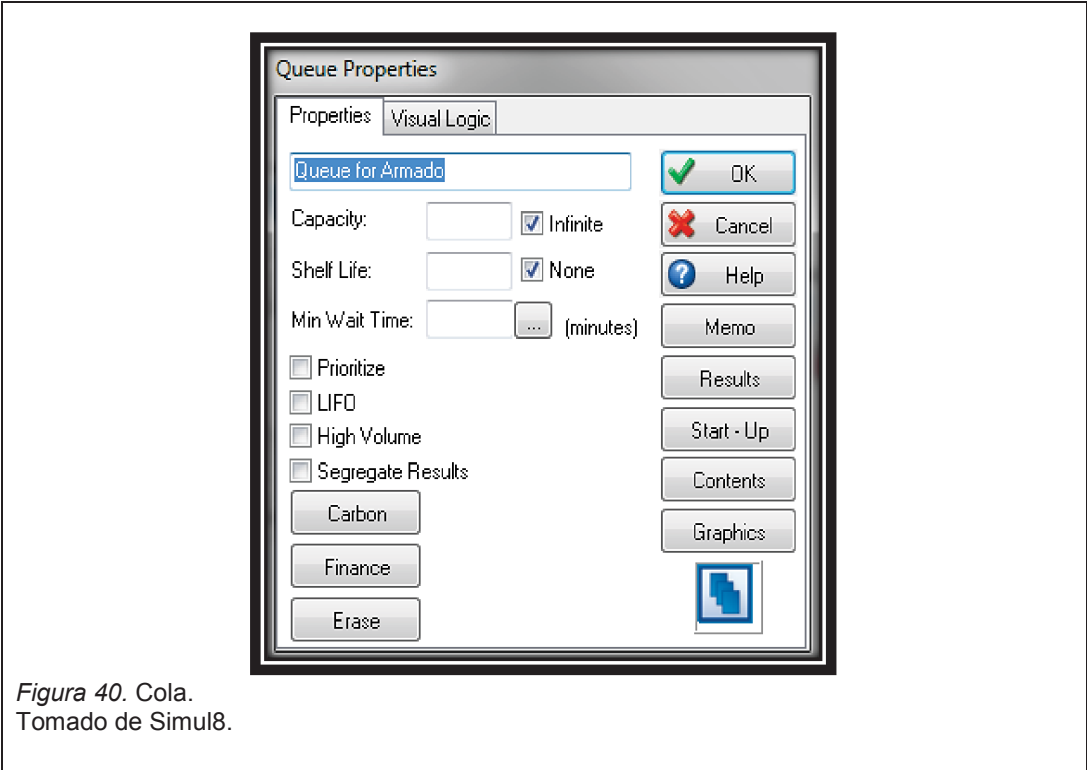


Figura 39. Centro de reproceso.
Tomado de Simul8.

3.17.6 Colas o Queue

Las colas son en donde los elementos de trabajo se mantienen en espera para ser procesados.



3.17.7 Centros de Trabajo “Transporte”

Es el tiempo estimado de recoger y pasar las piezas armadas a cada sección del proceso para completar la confección de la bota. Este tiempo se encuentra claramente identificado en el envío de materiales de corte a aparado, de aparado a armado, de armado a good year y de la anterior a acabados.



Figura 41. Centro de transporte.
Tomado de Simul8.

3.17.8 Salidas o End

Es donde concluye el trabajo del sistema e indica el número de botas confeccionadas.



Figura 42. Salida de sistema.
Tomado de Simul8.

3.17.9 Proceso de Simulación

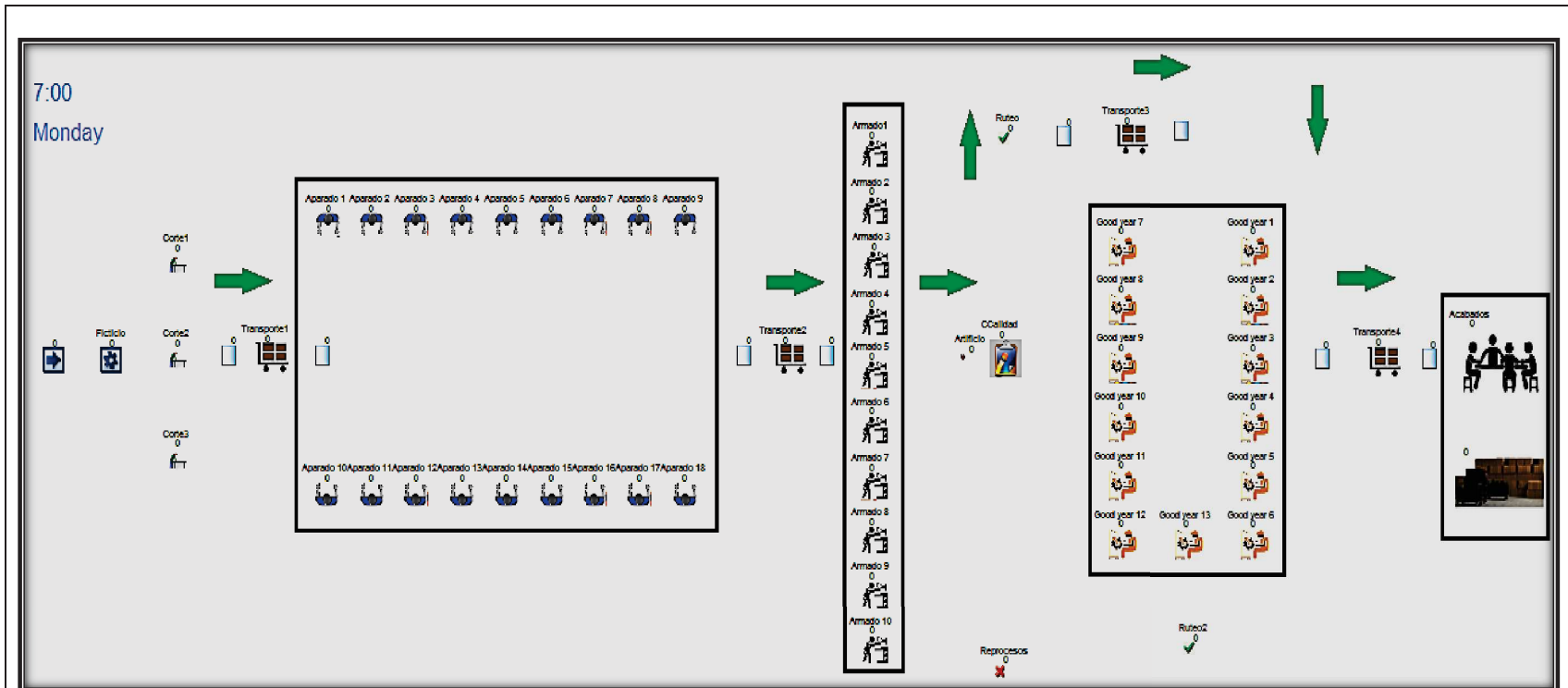


Figura 43. Modelo lógico de sistema de producción de la bota patuca.
Tomado de Simul8.

3.17.10 Resumen de los Resultados Simul8

Para medir la productividad durante la jornada de trabajo, se establecieron indicadores de productividad, presentados en la siguiente tabla:

Tabla 11. Indicadores de productividad

Ítem	Variable	Definición	Fórmula de cálculo	Unidad de medida	Frecuencia	Información
1	Productividad	Capacidad de producción	$(PR/PR+R)*100$	%	Diaria	PR: Producción real
						R: Reprocesados
2	Reproceso	Prendas reprocesadas	$(R/PD)*100$	%	Diaria	R: Reprocesados
						PD: Producción diaria
3	Centros de trabajo	Trabajos completados	J.T./T.S.	Numérico	Diario	J.T: Jornada de trabajo
						T.S: Tiempo estándar

Estos indicadores son datos reales proporcionados por la empresa, y se representan en Visual Logic de Simul8, obteniendo los siguientes resultados: (Ver Figura 44 y Anexo 10).

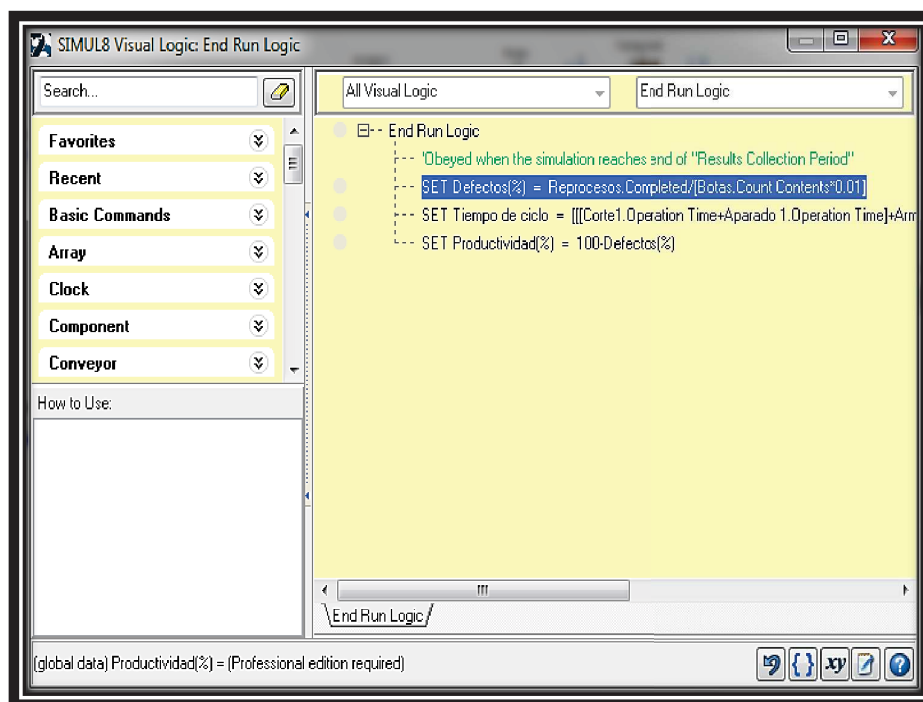
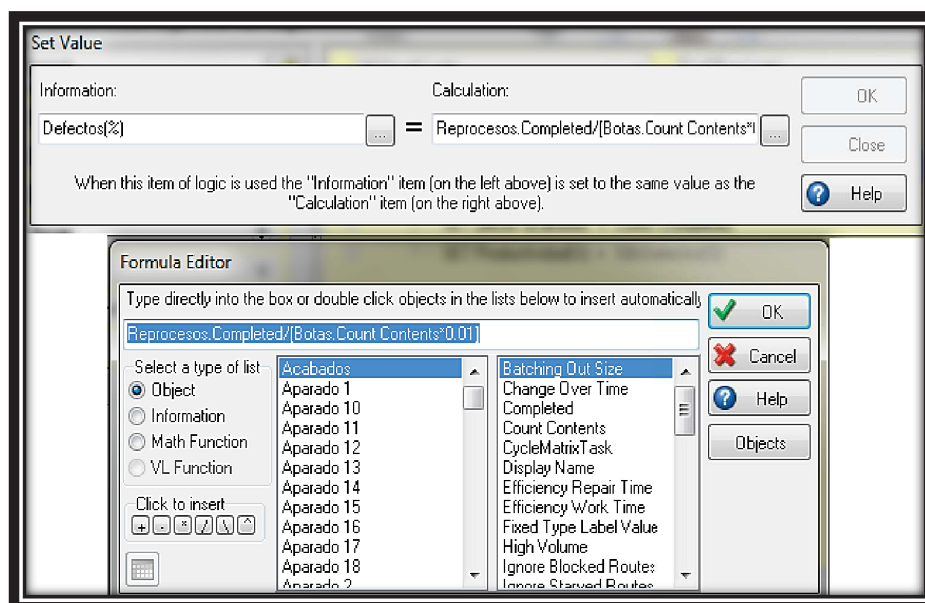


Figura 44. Indicadores de productividad.
Tomado de Simul8.

3.17.11 Validación del Modelo

Para la validación del modelo se tomó en cuenta los datos recolectados en la planta de producción para realizar la respectiva comparación. A continuación se presenta el análisis de datos en la Tabla 12.

Tabla 12. Resultados de la validación de modelo SIMUL8

Ítem	Indicadores	Situación Actual Planta	Situación Actual Simulada	Unidad	% Diferencia
1	Productividad	99%	98,9%	Producción	0.10%
2	Número de botas por día	450±	446	Pares de botas	0.89%
3	Tiempo de ciclo del producto	50,11	52,6	Minutos	4.7%
4	Reproceso	1%	1,12%	Producción	0.12%
3	Corte	450	450	Piezas	0%
	Aparado	450	450	Piezas	0%
	Armado	450	445	Piezas	1.11%
	Good Year	450	450	Piezas	0%
	Acabados	450	448	Piezas	0.44%
				TOTAL:	7.36%

Como se aprecia en la Tabla 12, las diferencias encontradas son razonablemente aceptables para validar el modelo, debido a que no supera el 8% de diferencia entre los principales indicadores y se acerca a la realidad.

4 PROPUESTA DE MEJORA

4.1 MEJORAMIENTO CONTINUO

Al proponer a la empresa FABRILFAME S.A., un proceso de mejora en la producción basado en tiempos y movimientos, la Gerencia General respaldó con su total compromiso el desarrollo del proyecto. Esta propuesta lo que busca es mejorar la productividad y calidad de la bota patuca optimizando los recursos.

4.2 CONTROL EN LOS PROCESOS

En este punto se enfoca en establecer métodos de inspección para el proceso productivo y alcanzar un desempeño óptimo. El propósito es mejorar el sistema de trabajo, estableciendo los procesos de forma clara y comprometiendo al personal con el cumplimiento de sus funciones, como resultado obtener un sistema de producción óptimo.

En este caso se propone al líder designado de la línea de producción, ser responsable de esta tarea de control sin alterar el tiempo de ciclo de confección, debido a que en la situación actual se encuentra realizando tareas que no le corresponde y por ende el proyecto no se va a desarrollar como se espera.

En el diagrama de operaciones se establece este nuevo método de inspección como se muestra en la Figura 45.

DIAGRAMA DE OPERACIONES - PROPUESTA DE MEJORA

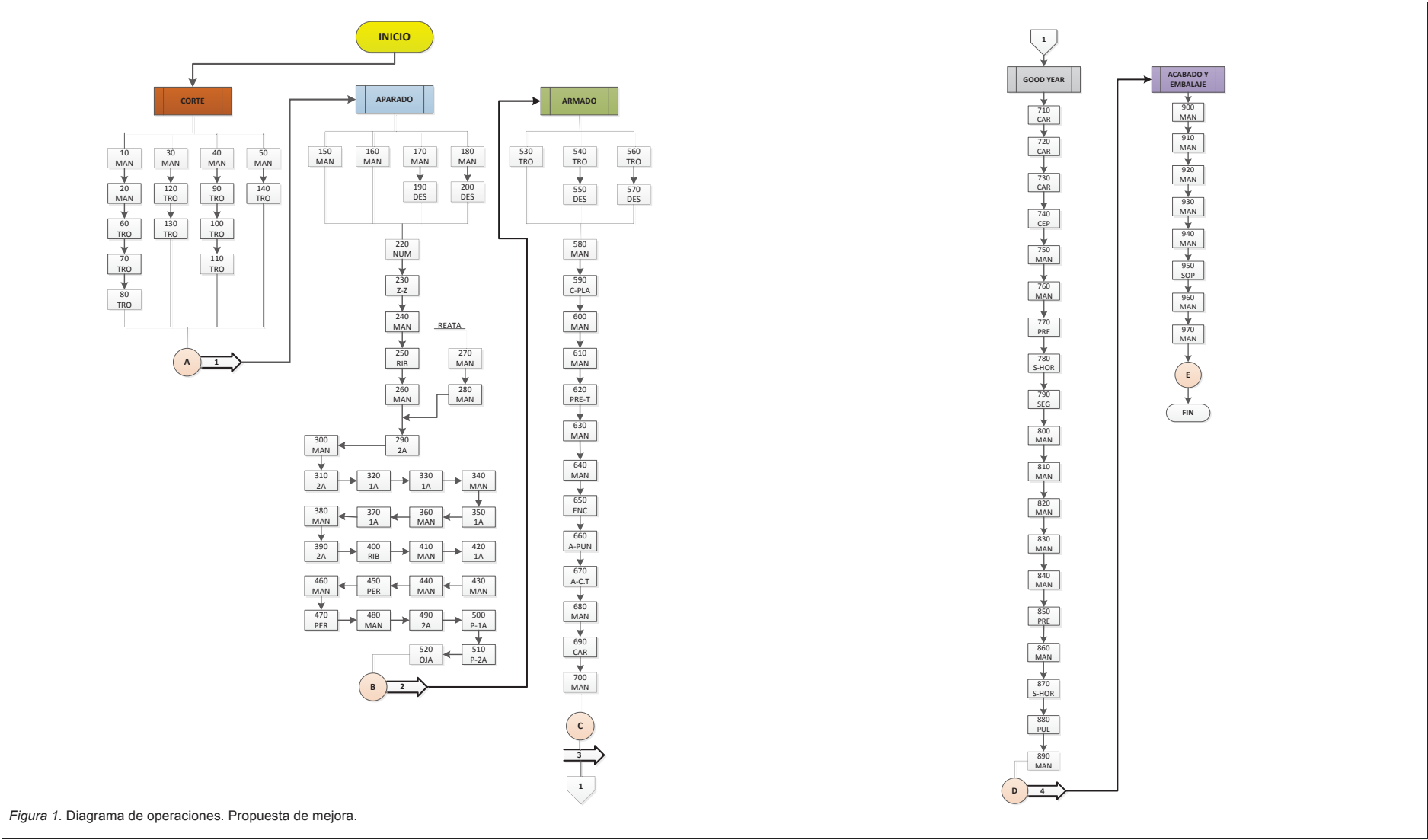


Figura 1. Diagrama de operaciones. Propuesta de mejora.

4.3 CURSOGRAMA ANALÍTICO DE LA PROPUESTA DE MEJORA

La Figura 45 muestra la mejora del proceso. El método propuesto presenta una disminución bastante notable al eliminar el tiempo de espera en cada una de las áreas de trabajo, debido a que se genera tiempos improductivos al almacenar conjuntos de botas en canastas móviles.

Tabla 13. Resumen de propuesta de diagrama de operaciones

RESUMEN			
SÍMBOLO	SIGNIFICADO	CANTIDAD	TIEMPO (min)
□	Operación	53	45,30
⇒	Transporte	8	1,14
○	Inspección	4	0
TOTAL			46,44

Al implementar métodos de inspección en el proceso productivo aseguramos la calidad del producto, ya que en caso de existir un fallo o inconveniente se puede identificar el problema de inmediato y responder con una pronta solución. El objetivo es obtener cero defectos en todas las etapas del proceso productivo con el compromiso de los operarios.


















































Figura 46. Eliminación de tiempos improductivos.
Tomado de FABRILFAME S.A.

Propuesta de Cursograma Analítico de la “Bota Patuca”

Tabla 14. Propuesta del cursograma analítico de la bota patuca.

CURSOGRAMA ANÁLITICO DEL PROCESO "BOTA PATUCA"		Actividad	Actual	Propuesta	Observación		
		OPERACIÓN		97			
		TRANSPORTE		8			
		DEMORA		0			
Proceso:	Productivo	INSPECCIÓN		4			
Actividad:	Fabricación bota patuca	ALMACENAJE					
Método:	Simulado	Símbolo			Tiempo		
Realizado por:	Diego Chiluita	■	→	□	○	▼	(MIN) (MIN) (MIN)
No.	DESCRIPCIÓN						
CORTE							
1	Tender cuero	●				0,19	
2	Enrollar cuero	●				0,13	
3	Tender lona	●				0,15	
4	Tender tafilete	●				0,14	
5	Tender gabardina	●				0,14	
6	Troquelar cuero para 4 orejas	●				0,34	
7	Troquelar cuero para capellada	●				0,31	
8	Troquelar cuero para talón	●				0,23	
9	Troquelar tafilete para orejas	●				0,29	
10	Troquelar tafilete para talón	●				0,17	
11	Troquelar tafilete para plantilla	●				0,50	
12	Troquelar lona para caña	●				0,11	
13	Troquelar fuelle	●				0,11	
14	Troquelar gabardina para capellada	●				0,07	
a	Recoger y pasar material cortado	●	●	●			0,03
APARADO							
15	Pintar capellada de cuero	●				0,08	
16	Pintar orejas de cuero	●				0,10	
17	Pintar talones de cuero	●				0,08	
18	Pintar orejas de tafilete	●				0,10	
19	Desbastar talones	●				0,17	
20	Desbastar orejas	●				0,18	
21	Desbastar capellada	●				0,27	
22	Enumerar	●				0,14	
23	Unir las cañas de lona	●				0,47	
24	Coratar hilos	●				0,08	
25	Ribetear filo de caña	●				0,15	
26	Cortar hilos	●				0,08	

27/b	Tender y cortar reata (5cm)				0,08	0,02	
28/c	Tender y cortar reata (2,5cm)				0,08	0,02	
29	Coser refuerzos de caña (reata 5cm)				1,21		
30	Recortar sobrante				0,21		
31	Coser refuerzos de caña en fillos (reata 2,5cm)				0,55		
32	Coser reata en filo de caña (arriba)				0,19		
33	Coser reata en filo de caña (abajo)				0,13		
34	Cortar hilos				0,08		
35	Unir orejar de cuero en lona				1,28		
36	Cortar hilos				0,08		
37	Coser forro de talón en caña				0,52		
38	Cortar hilos				0,08		
39	Coser talón de cuero en caña				0,62		
40	Ribetear fuelle				0,16		
41	Cortar hilos				0,08		
42	Coser orejas en fuelle				0,62		
43	Recortar				0,11		
44	Pegar forro de capellada con gabardina				0,56		
45	Perforar capellada para respiraderos				0,15		
46	Colocar respiraderos				0,29		
47	Remachar respiraderos				0,13		
48	Contar pares				0,06		
49	Unir fuelle en capellada				0,48		
50	Unir fuelle en caña				3,89		
51	Rematar caña con capellada				1,64		
52	Perforar y colocar ojales				0,44		
d	Recoger y pasar material aparado					0,80	
	ARMADO						
53/e	Troquelar plantillas de armado				0,16	0,02	
54	Troquelas puntas termoplástico				0,17		
55	Desbastar puntas				0,17		
56/f	Troquelas talones termoplástico				0,33	0,02	
57	Desbastar talones				0,29		
58	Clasificar hormas				0,26		
59	Clavar plantillas en hormas y recortar				0,63		
60	Encementar plantillas				0,36		
61	Encementar y pegar contrafuerte de talones				0,83		
62	Preformar talones				0,97		
63	Encementar puntas de contrafuerte				0,19		
64	Pegar puntas de contrafuerte en bota				0,62		
65	Encementar filo de bota				0,41		
66	Armar puntas				1,36		
67	Armar costados y talones				1,14		
68	Recortar y quemar puntas				1,69		
69	Cardar bota				0,63		
70	Colocar cambriones				1,29		
g	Recoger y pasar material armado					0,05	

GOOD YEAR								
71	Cardar entresuela parte externa	•				0,72		
72	Cardar entresuela parte interna	•				1,20		
73	Cardar planta	•				1,07		
74	Limpiar entresuela y planta	•				0,52		
75	Colocar pega parte interna entresuela	•				0,41		
76	Colocar pega en la bota	•				0,43		
77	Colocar entresuela y prensar bota	•				0,78		
78	Descalzar horma	•				0,46		
79	Segundear (coser)	•				0,59		
80	Calzar horma y recortar hilos	•				0,47		
81	Pasar líquido activador en bota	•				0,25		
82	Colocar pega en entresuela cosida	•				0,25		
83	Pasar líquido activador en plantas	•				0,25		
84	Colocar pega en plantas	•				0,28		
85	Rectivar, colocar planta y prensar	•				0,62		
86	Corregir fillos de bota	•				0,52		
87	Descalzar horma	•				0,45		
88	Pulir ruedo de bota	•				2,04		
89	Acomodar en coche	•				0,12		
h	Recoger y pasar material good year	•	•	•			0,18	
ACABADO Y EMBALAJE								
90	Cortar sobrante de hilos y clasificar	•				0,29		
91	Colocar plantilla (preformado)	•				0,42		
92	Quemar hilos	•				0,50		
93	Sacar pegas	•				0,51		
94	Lustrar con tinta	•				0,69		
95	Sopletear laca	•				0,44		
96	Colocar cordones y enfundar	•				0,48		
97	Empacar	•				0,54		
TOTAL:		97	8	4	0	45,30	1,14	0

4.4 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PROPUESTA DE MEJORA

Una vez analizado el sistema de confección de la bota patuca y el diseño de flujo del mismo se pudo constatar que el espacio entre líneas de producción es muy amplio, por lo que se propone reubicar las máquinas, respetando el espacio físico que le pertenece a cada persona, por lo tanto se eliminará los tiempos improductivos causados por las canastas donde se genera la espera mientras se llena con las piezas de botas para transportar al siguiente proceso. Al realizar esta modificación en el diseño de la planta se eliminará los tiempos de demora y consecuentemente se tendrá tiempos de transporte mínimos que se verá reflejados en el tiempo de ciclo.

14:49

Monday

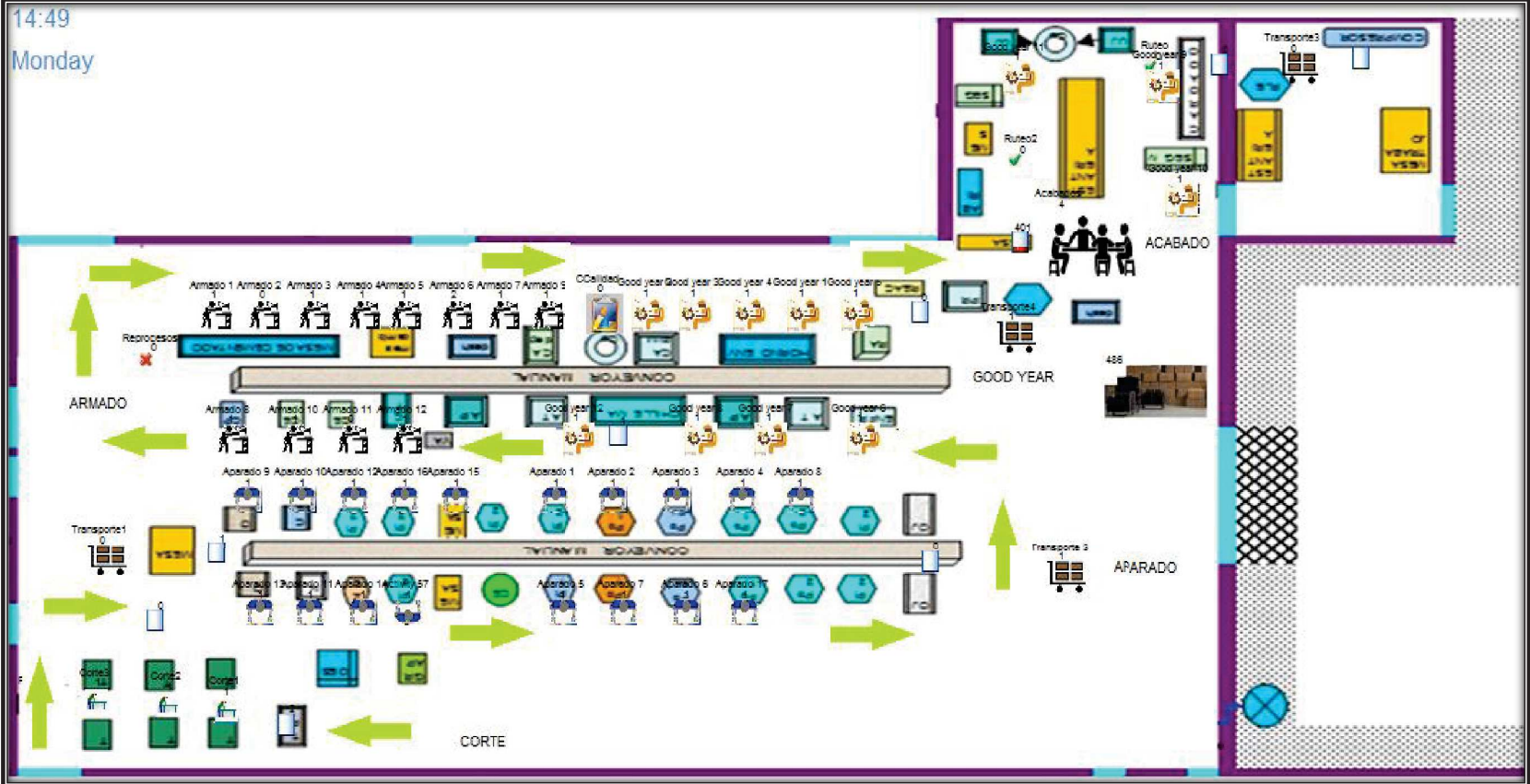


Figura 47. Layout de propuesta.

4.5 MEJORA DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

Al realizar estudio de tiempos en la planta de calzado se comprobó que el cuello de botella se encuentra en la línea de armado por lo que el ritmo de producción está establecido por la actuación de la maquinaria como factor principal y por otra parte las canastas llenas de botas impiden el flujo constante de producción. Lo que se propone para evitar los cuellos de botella es producir lo justo y de manera continua, esto ayuda a reducir el nivel de inventario en proceso.

Por otra parte, la planta tiene un sistema de producción lineal debido a que la maquinaria es bastante compleja y no se dispone de la misma como para realizar módulos de trabajo en toda la planta, pero la sección que si dispone de maquinaria es la de armado donde existe una operación bastante compleja que es la número 500; se propone cambiar el sistema de producción de lineal a modular, esto obliga a realizar un trabajo en equipo. Por otra parte se dividen las operaciones de forma equitativa y en caso de que exista alguna falla en el proceso de confección se puede identificar rápidamente que operación necesita ser revisada y/o corregida. Este método también genera un compromiso entre los trabajadores ya que realizan un trabajo en equipo. Otra ventaja de este método es que al crear estaciones pequeñas de trabajo o módulos la producción va a ser continua, debido a que en la manufactura hay muchos factores relacionados con el personal o maquinaria que pueden conllevar a una parada de la planta. Para aplicar este método se debe capacitar al personal que sea poli funcional, en resumen que tenga la capacidad para operar cualquier maquinaria involucrada al módulo.

Para evaluar estos métodos propuestos, el estudio de tiempos es la parte esencial para establecer el ritmo de trabajo y por otra parte es el mejor indicador para revisar el cumplimiento de las actividades.

4.6 ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS Y OPERACIONES

La estandarización del proceso ayuda a planificar de mejor manera lo que se quiere producir, consecuentemente la empresa aumenta su competitividad laboral.

Para estandarizar las operaciones y procesos se toma en cuenta los siguientes rubros:

Tiempo estándar: Tiempo promedio del ciclo del producto.

Operarios: Número de personas involucrado en el proceso productivo de cada área.

Jornada: Tiempo de la jornada de trabajo, es decir 470 minutos equivalen a 7,83 horas de trabajo, ya que 10 minutos diarios son de receso.

Prendas/día: Cantidad de prendas que deberían fabricarse en la jornada de trabajo, viene dado por:

$$Prendas \text{ día} = \frac{(Operarios) * (Jornada)}{Tiempo \text{ estandar}} \quad (\text{Ecuación 6})$$

Producción real/día: A través de un control diario en campo, se evidenció los reprocesos y la producción real por día es:

$$Producción \text{ real día} = prendas \text{ día} * reprocesos \quad (\text{Ecuación 7})$$

Prendas/hora: Cantidad de prendas realizados por hora de trabajo.

$$Prendas \text{ hora} = \frac{prendas \text{ día}}{7.83hrs} \text{ y/o } = \frac{60min}{T.S \text{ en min}} \quad (\text{Ecuación 8})$$

No.: Número de la operación del proceso de confección, la denominación se hace de acuerdo a la perspectiva del analizador.

Operaciones: Definición de las actividades o tareas que se realizan en cada proceso.

T/MAQ: Tipo de máquina que se requiere para desarrollar cada operación.

T.S.: Tiempo normal o estándar para realizar cada operación y/o proceso, dado en minutos. El mismo que se encuentra en la Hoja de Estudio de tiempos.

P.D: Número de piezas de cada operación confeccionadas en una jornada.

$$P. D. = \frac{470 \text{ min}}{t.s.} \quad (\text{Ecuación 9})$$

P.H: Número de piezas de la prenda que son confeccionadas en una hora de trabajo.

$$P. H. = \frac{P.D}{7,83} \quad (\text{Ecuación 10})$$

MIN. NEC Minutos necesarios para realizar cada operación y poder cumplir con el proceso de la prenda.

$$MIN.NEC = P.D * T.S \quad (\text{Ecuación 11})$$

CANT. PUEST. Porcentaje de ocupación de la persona en cada actividad que realiza, en función de la jornada de trabajo.

TIEMPO TAKT: Ritmo de producción para fabricar un producto dependiendo de los pedidos del cliente (unidades).

$$Tiempo\ takt = \frac{Jornada\ de\ trabajo\ (minutos\ u\ horas)}{unidades\ a\ fabricarse} \quad (\text{Ecuación 3})$$

A continuación se presenta la hoja de cálculo de manera balanceada:

Tabla 15. Hoja de balance de la prenda bota patuca

HOJA DE BALANCEO DE LA PRENDA							
Prenda:		BOTA PATUCA			CALZADO		
Fecha:		20/10/2013					
TIEMPO ESTANDAR :		2,90					
Operarias:		3					
Jornada:		470					
TIEMPO ESTANDAR:		2,90					
Prendas/día:		486					
Prendas/hora:		61					
No.	OPERACIONES	T/MAQ	T.S.	MIN.NEC	CANT. PUEST.	P.H.	P.D.
CORTE							
10	Tender cuero	MAN	0,19	93,89	0,20	61	486
20	Enrollar cuero	MAN	0,13	61,52	0,13	61	486
30	Tender lona	MAN	0,15	71,23	0,15	61	486
40	Tender tafílete	MAN	0,14	67,99	0,14	61	486
50	Tender gabardina	MAN	0,14	67,99	0,14	61	486
60	Troquelar cuero para 4 orejas	TRO	0,34	165,12	0,35	61	486
70	Troquelar cuero para capellada	TRO	0,31	148,93	0,32	61	486
80	Troquelar cuero para talón	TRO	0,23	110,08	0,23	61	486
90	Troquelar tafílete para orejas	TRO	0,29	139,22	0,30	61	486
100	Troquelar tafílete para talón	TRO	0,17	84,18	0,18	61	486
110	Troquelar tafílete para plantilla	TRO	0,50	242,82	0,52	61	486
120	Troquelar lona para caña	TRO	0,11	55,04	0,12	61	486
130	Troquelar fuelle	TRO	0,11	55,04	0,12	61	486
140	Troquelar gabardina para capellada	TRO	0,07	32,38	0,07	61	486
			2,90				

HOJA DE BALANCEO DE LA PRENDA							
Prenda:		BOTA PATUCA		CALZADO			
Fecha:		20/10/2013					
TIEMPO ESTANDAR:		16,45					
Operarias:		17					
Jornada:		470					
TIEMPO ESTANDAR:		16,45					
Prendas/día:		486					
Prendas/hora:		61					
No.	OPERACIONES	T/MAQ	T.S.	MIN.NEC	CANT. PUEST.	P.H.	P.D.
	APARADO						
150	Pintar capellada de cuero	MAN	0,08	37,41	0,08	61	486
160	Pintar orejas de cuero	MAN	0,10	47,61	0,10	61	486
170	Pintar talones de cuero	MAN	0,08	40,81	0,09	61	486
180	Pintar orejas de taflete	MAN	0,10	47,61	0,10	61	486
190	Desbastar talones	DES	0,17	81,62	0,17	61	486
200	Desbastar orejas	DES	0,18	88,43	0,19	61	486
210	Desbastar capellada	DES	0,27	129,24	0,27	61	486
220	Enumerar	NUM	0,14	68,02	0,14	61	486
230	Unir las cañas de lona	Z-Z	0,47	227,87	0,48	61	486
240	Cortar hilos	MAN	0,08	40,81	0,09	61	486
250	Ribetear filo de caña	RIB	0,15	74,82	0,16	61	486
260	Cortar hilos	MAN	0,08	40,81	0,09	61	486
270	Tender y cortar reata (5cm)	MAN	0,08	40,81	0,09	61	486
280	Tender y cortar reata (2,5cm)	MAN	0,08	40,81	0,09	61	486
290	Coser refuerzos de caña (reata 5cm)	2A	1,21	588,38	1,25	61	486
300	Recortar sobrante	MAN	0,21	102,03	0,22	61	486
310	Coser refuerzos de caña en hilos	2A	0,55	268,68	0,57	61	486
320	Coser reata en filo de caña (arriba)	1A	0,19	91,83	0,20	61	486
330	Coser reata en filo de caña (abajo)	1A	0,13	64,62	0,14	61	486
340	Cortar hilos	MAN	0,08	40,81	0,09	61	486
350	Unir orejar de cuero en lona	1A	1,28	622,39	1,32	61	486
360	Cortar hilos	MAN	0,08	40,81	0,09	61	486
370	Coser forro de talón en caña	1A	0,52	251,68	0,54	61	486
380	Cortar hilos	MAN	0,08	40,81	0,09	61	486
390	Coser talón de cuero en caña	2A	0,62	302,69	0,64	61	486
400	Ribetear fuelle	RIB	0,16	78,22	0,17	61	486
410	Cortar hilos	MAN	0,08	40,81	0,09	61	486
420	Coser orejas en fuelle	1A	0,62	299,29	0,64	61	486
430	Recortar	MAN	0,11	51,02	0,11	61	486
440	Pegar forro de capellada con gabardina	MAN	0,56	272,08	0,58	61	486
450	Perforar capellada para respiraderos	PER	0,15	71,42	0,15	61	486
460	Colocar respiraderos	MAN	0,29	139,44	0,30	61	486
470	Remachar respiraderos	PER	0,13	64,62	0,14	61	486
480	Contar pares	MAN	0,06	30,61	0,07	61	486
490	Unir fuelle en capellada	2A	0,48	234,67	0,50	61	486
500	Unir fuelle en caña	P1A	3,89	1887,57	4,02	61	486
510	Rematar caña con capellada	P2A	1,64	795,84	1,69	61	486
520	Perforar y colocar ojales	OJA	0,44	214,27	0,46	61	486
			16,45				

HOJA DE BALANCEO DE LA PRENDA							
Prenda:		BOTA PATUCA		CALZADO			
Fecha:		20/10/2013					
TIEMPO ESTANDAR:		11,61					
Operarias:		12					
Jornada:		470					
TIEMPO ESTANDAR:		11,61					
Prendas/día:		486					
Prendas/hora:		61					
No.	OPERACIONES	T/MAQ	T.S.	MIN.NEC	CANT. PUEST.	P.H.	P.D.
	ARMADO						
530	Troquelar plantillas de armado	TRO	0,19	91,84	0,20	61	486
540	Troquelas puntas termoplástico	TRO	0,17	81,63	0,17	61	486
550	Desbastar puntas	DES	0,17	81,63	0,17	61	486
560	Troquelas talones termoplástico	TRO	0,36	176,87	0,38	61	486
570	Desbastar talones	DES	0,29	142,86	0,30	61	486
580	Clasificar hormas	MAN	0,26	125,85	0,27	61	486
590	Clavar plantillas y recortar	C.P	0,63	306,13	0,65	61	486
600	Encementar plantillas	MAN	0,36	173,47	0,37	61	486
610	Encementar y pegar contrafuerte	MAN	0,83	404,77	0,86	61	486
620	Preformar talones	PRE	0,97	472,79	1,01	61	486
630	Encementar puntas de contrafuerte	MAN	0,19	91,84	0,20	61	486
640	Pegar puntas de contrafuerte en bota	MAN	0,62	299,32	0,64	61	486
650	Encementar filo de bota	ENC	0,41	200,68	0,43	61	486
660	Amar puntas	A.P	1,36	659,87	1,40	61	486
670	Amar costados y talones	A.C.T	1,14	554,43	1,18	61	486
680	Recortar y quemar puntas	MAN	1,69	819,74	1,74	61	486
690	Cardar bota	CAR	0,63	306,13	0,65	61	486
700	Colocar cambriones	MAN	1,29	625,86	1,33	61	486
			11,61				

HOJA DE BALANCEO DE LA PRENDA							
Prenda:		BOTA PATUCA		CALZADO			
Fecha:		20/10/2013					
TIEMPO ESTANDAR:		11,61					
Operarias:		12					
Jornada:		470					
TIEMPO ESTANDAR:		11,61					
Prendas/día:		486					
Prendas/hora:		61					
No.	OPERACIONES	T/MAQ	T.S.	MIN.NEC	CANT. PUEST.	P.H.	P.D.
	GOOD YEAR						

710	Cardar entresuela parte externa	CAR	0,72	349,09	0,74	61	486
720	Cardar entresuela parte interna	CAR	1,20	582,92	1,24	61	486
730	Cardar planta	CAR	1,07	520,34	1,11	61	486
740	Limpiar entresuela y planta	CAR	0,52	253,59	0,54	61	486
750	Colocar pega parte int. entresuela	MAN	0,41	200,89	0,43	61	486
760	Colocar pega en la bota	MAN	0,43	207,48	0,44	61	486
770	Colocar entresuela y prensar bota	PRE	0,78	378,73	0,81	61	486
780	Descalzar horma	S.H	0,46	223,95	0,48	61	486
790	Segundear (coser)	SEG	0,59	286,52	0,61	61	486
800	Calzar horma y recortar hilos	MAN	0,47	227,24	0,48	61	486
810	Pasar líquido activador en bota	MAN	0,25	121,85	0,26	61	486
820	Colocar pega en entresuela cosida	MAN	0,25	121,85	0,26	61	486
830	Pasar líquido activador en plantas	MAN	0,25	121,85	0,26	61	486
840	Colocar pega en plantas	MAN	0,28	138,32	0,29	61	486
850	Reactivar, colocar planta y prensar	PRE	0,62	299,69	0,64	61	486
860	Corregir filis de bota	MAN	0,52	250,29	0,53	61	486
870	Descalzar horma	S.H	0,45	217,36	0,46	61	486
880	Pulir ruedo de bota	PUL	2,04	991,29	2,11	61	486
890	Acomodar en coche	MAN	0,12	59,28	0,13	61	486
			0,18				
			11,61				

HOJA DE BALANCEO DE LA PRENDA							
Prenda:		BOTA PATUCA			CALZADO		
Fecha:		20/10/2013					
TIEMPO ESTANDAR:		3,87					
Operarias:		4					
Jornada:		470					
TIEMPO ESTANDAR:		3,87					
Prendas/día:		485,7					
Prendas/hora:		61					
No.	OPERACIONES	T/MAQ	T.S.	MIN.NEC	CANT. PUEST.	P.H.	P.D.
	ACABADO Y EMBALAJE						
900	Cortar sobrante de hilos y clasificar	MAN	0,29	143,01	0,30	61	486
910	Colocar plantilla (preformado)	MAN	0,42	204,29	0,43	61	486
920	Quemar hilos	MAN	0,50	241,75	0,51	61	486
930	Sacar pegas	MAN	0,51	248,56	0,53	61	486
940	Lustrar con tinta	MAN	0,69	333,68	0,71	61	486
950	Sopletear laca	SOP	0,44	214,51	0,46	61	486
960	Colocar cordones y enfundar	MAN	0,48	231,53	0,49	61	486
970	Empacar	MAN	0,54	262,66	0,56	61	486
			3,87				

En la tabla 15 se observa los resultados de producir lo justo y necesario, en el tiempo de ciclo y con número de personas disponibles para cada línea de producción. Para mantener continuidad de los procesos se elaboró una hoja de producción que permite verificar el cumplimiento del tiempo estándar, y las unidades producidas durante la jornada laboral. Este formato contiene la fecha, la orden de producción, y una breve descripción del artículo a fabricar (Anexo 7).

4.7 BALANCE DE OPERARIOS

4.7.1 Propuesta de sistema modular en la sección aparado

Al analizar la situación actual de planta, en la sección de aparado es la única que cuenta con disponibilidad de maquinaria y personal. Ahí por lo general se encuentran máquinas de coser y materiales para el uso de confección, por lo que facilita para formar módulos de trabajo.

A continuación se muestra en la tabla 16 como se conforma un módulo de trabajo.

Tabla 16. Hoja para elaboración de un módulo de trabajo

HOJA PARA APLICACIÓN DE MODULO							
Prenda:		BOTA PATUCA		CALZADO			
Fecha:		20/10/2013					
TIEMPO ESTANDAR:		15,03					
Operarias:		8					
Jornada:		470					
TIEMPO ESTANDAR:		15,03					
Prendas/día:		243					
Prendas/hora:		30					
No.	OPERACIONES	T/MAQ	T.S.	MIN.NEC	CANT. PUEST.	P.H.	P.D.
APARADO							
150	Pintar capellada de cuero	MAN	0,08	18,72	0,04	30	243
160	Pintar orejas de cuero	MAN	0,10	23,83	0,05	30	243
170	Pintar talones de cuero	MAN	0,08	20,42	0,04	30	243
180	Pintar orejas de tafilete	MAN	0,10	23,83	0,05	30	243
220	Enumerar	NUM	0,14	34,04	0,07	30	243
230	Unir las cañas de lona	Z-Z	0,47	114,04	0,24	30	243

240	Cortar hilos	MAN	0,08	20,42	0,04	30	243
250	Ribetear filo de caña	RIB	0,15	37,44	0,08	30	243
260	Cortar hilos	MAN	0,08	20,42	0,04	30	243
270	Tender y cortar reata (5cm)	MAN	0,08	20,42	0,04	30	243
280	Tender y cortar reata (2,5cm)	MAN	0,08	20,42	0,04	30	243
290	Coser refuerzos de caña (reata 5cm)	2A	1,21	294,45	0,63	30	243
300	Recortar sobrante	MAN	0,21	51,06	0,11	30	243
310	Coser refuerzos de caña en fillos (reata 2,5)	2A	0,55	134,46	0,29	30	243
320	Coser reata en filo de caña (arriba)	1A	0,19	45,95	0,10	30	243
330	Coser reata en filo de caña (abajo)	1A	0,13	32,34	0,07	30	243
340	Cortar hilos	MAN	0,08	20,42	0,04	30	243
350	Unir orejar de cuero en lona	1A	1,28	311,47	0,66	30	243
360	Cortar hilos	MAN	0,08	20,42	0,04	30	243
370	Coser forro de talón en caña	1A	0,52	125,95	0,27	30	243
380	Cortar hilos	MAN	0,08	20,42	0,04	30	243
390	Coser talón de cuero en caña	2A	0,62	151,48	0,32	30	243
400	Ribetear fuelle	RIB	0,16	39,15	0,08	30	243
410	Cortar hilos	MAN	0,08	20,42	0,04	30	243
420	Coser orejas en fuelle	1A	0,62	149,78	0,32	30	243
430	Recortar	MAN	0,11	25,53	0,05	30	243
440	Pegar forro de capellada con gabardina	MAN	0,56	136,16	0,29	30	243
450	Perforar capellada para respiraderos	PER	0,15	35,74	0,08	30	243
460	Colocar respiraderos	MAN	0,29	69,78	0,15	30	243
470	Remachar respiraderos	PER	0,13	32,34	0,07	30	243
480	Contar pares	MAN	0,06	15,32	0,03	30	243
490	Unir fuelle en capellada	2A	0,48	117,44	0,25	30	243
500	Unir fuelle en caña	P1A	3,89	944,62	2,01	30	243
510	Rematar caña con capellada	P2A	1,64	398,27	0,85	30	243
520	Perforar y colocar ojales	OJA	0,44	107,23	0,23	30	243
			15,48				

Tabla 17. Distribución de operaciones por cada persona.

MANUAL															Personas	Criterio
Operación	150	160	170	180	240	260	270	280	300	340	360	380	430	440	442,53	Ok
% de puesto	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,11	0,04	0,04	0,04	0,05	0,29	0,94	Ok
Min. Necesarios	18,72	23,83	20,42	23,83	20,42	20,42	20,42	20,42	51,06	20,42	20,42	20,42	25,53	136,16	442,53	Ok
Cantidad	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243		

MANUAL	1A		ZIG - ZAG		RIBETEADORA		Personas	Criterio
Operación	230	250	370	400	420	460	456,47	Ok
% de puesto	0,24	0,08	0,10	0,08	0,32	0,15	0,97	Ok
Min. Necesarios	114,04	37,44	46,28	39,15	149,78	69,78	456,47	Ok
Cantidad	243	243	89	243	243	243		

1A						
Operación	320	330	350	370	Personas	Criterio
% de puesto	0,10	0,07	0,66	0,17	1,00	Ok
Min. Necesarios	45,95	32,34	311,47	80,24	470,00	Ok
Cantidad	243	243	243	154		

2A				
Operación	290	390	Personas	Criterio
% de puesto	0,63	0,32	0,95	Ok
Min. Necesarios	294,45	151,48	445,93	Ok
Cantidad	243	243		

2A	NUMERADORA		OJALILLADORA		MANUAL				
Operación	220	310	410	450	470	480	520	Personas	Criterio
% de puesto	0,07	0,29	0,04	0,08	0,07	0,03	0,23	0,81	Ok
Min. Necesarios	34,04	134,46	20,42	35,74	32,34	15,32	107,23	379,55	Ok
Cantidad	243	243	243	243	243	243	243		

POSTE 1A			
Operación	500	Personas	Criterio
% de puesto	1,00	1,00	Ok
Min. Necesarios	470,09	470,09	Ok
Cantidad	121		

POSTE 1A			
Operación	500	Personas	Criterio
% de puesto	1,00	1,00	Ok
Min. Necesarios	470,09	470,09	Ok
Cantidad	121		

POSTE 2A			
Operación	510	Personas	Criterio
% de puesto	0,85	0,85	OK
Min. Necesarios	398,27	398,27	Ok
Cantidad	243		

El método propuesto se resume de la siguiente manera. La línea de aparato cuenta con 17 personas para el proceso productivo. Lo que se propone es realizar 2 módulos de 8 personas. Cada módulo debe confeccionar 243 prendas con la ayuda de una persona que abastezca a los dos módulos que se encarga de realizar las siguientes operaciones como se indica en la tabla 17.

Tabla 18. Soporte para los dos módulos

DESBASTADORA						
Operación	190	200	210	TRANS	Personas	Criterio
% de puesto	0,17	0,19	0,28	0,38	1,02	Ok
Min. Necesarios	81,65	88,45	129,27	179,82	479,19	Ok
Cantidad	486	486	486	486		

En las tablas 17 y 18 se indica las operaciones que debe realizar cada persona, también incluye el tipo de máquina que debe utilizar, el porcentaje de la persona se utiliza en el ciclo de trabajo y la cantidad de tiempo ocupado de la jornada laboral. La suma del trabajo realizado de los dos módulos es igual 486 prendas.

4.7.2 Resultado de balance de las líneas de calzado

En la tabla 19 se despliega cómo el sistema queda totalmente balanceado para producir la cantidad de 486 botas con 48 operarios.

Tabla 19. Resumen balanceado de procesos y operarios

Línea	Número de operarios	Tiempo del Proceso	Cantidad	Tiempo Jornada
Corte	3	2,90	486 piezas	470min
Aparado	17	16,45	486 piezas	
Armado	12	11,61	486 piezas	
Good Year	12	11,61	486 piezas	
Acabado	4	3,87	486 piezas	
TOTAL	48	46,44	486 pares de botas	22560min

4.8 ANÁLISIS DE DISPONIBILIDAD DE MÁQUINAS

El cálculo de la maquinaria se hizo en función de la hoja de balance y el número de personas que conforman cada línea de trabajo.

Tabla 20. Maquinaria para el proceso de corte

NOMBRE	CALCULO MAQUINARIA	CANTIDAD	DISPONIBLE
TROQUELADORA	2,13	2	7
	TOTAL:	2	7

Como se puede observar en la tabla 20, existe maquinaria disponible para este proceso.

Tabla 21. Maquinaria para el proceso de apurado

NOMBRE	CALCULO MAQUINARIA	CANTIDAD	DISPONIBLE
MAQUINA DE COSER1A	2,19	2	4
MAQUINA DE COSER 2A	2,97	3	7
MAQUINA DE COSER TIPO POSTE 1A	4,02	4	5
MAQUINA DE COSER TIPO POSTE 2A	1,69	2	4
DESBASTADORA	0,64	1	1
NUMERADORA	0,14	1	1
MAQUINA DE COSER TIPO SIG-SAG	0,48	1	2
RIBETEADORA	0,33	1	1
OJALILLADORA	0,46	1	2
PERFORADORA	0,29	1	1
TOTAL:		17	28

Se cuenta con la maquinaria necesaria para este proceso, conforme se puede constatar en la tabla 21.

Tabla 22. Maquinaria el para proceso de armado

NOMBRE	CALCULO MAQUINARIA	CANTIDAD	DISPONIBLE
TROQUELADORA	0,75	1	5
DESBASTADORA	0,48	1	1
CLAVADORA DE PLANTILLAS	0,65	1	1
PREFORMADORA DE TALONES	1,01	1	1
ENCEMENTADORA	0,43	1	2
ARMADORA DE PUNTAS	1,40	1	2
ARMADORA DE COSTADOS Y TALONES	1,18	1	1
CARDADORA	0,65	1	1
TOTAL:		8	14

Existe disponibilidad de maquinaria, se puede verificar en la tabla 22.

Tabla 23. Maquinaria para el proceso de good year

NOMBRE	CALCULO MAQUINARIA	CANTIDAD	DISPONIBLE
CARDADORA	2,99	3	5
CEPILLADORA	0,54	1	1
PRENSADORA	1,44	2	2
SACADORA DE HORMAS	0,94	1	1
SEGUNDEADORA	0,61	1	1
PULIDORA	2,11	2	4
TOTAL:		10	14

La maquinaria consta en planta como se observa en la tabla 23.

Tabla 24. Maquinaria para el proceso de acabado

NOMBRE	CALCULO MAQUINARIA	CANTIDAD	DISPONIBLE
SOPLETE	0,46	1	1
TOTAL:		1	1

Del análisis de máquinas se observa que la línea de producción cuenta con maquinaria suficiente y disponible para la elaboración del producto bota patuca.

4.9 OTROS FACTORES A CONSIDERAR

Al interactuar con los trabajadores de la planta se sugirió lo siguiente:

Capacitación del personal:

El personal es el recurso más valioso de una empresa. Por este motivo se lo debe capacitar de forma constante, esto ayuda a mejorar su desempeño laboral, debido a que adquieren nuevos conocimientos y modos apropiados de operación de la maquinaria, materiales, etc. Por otra parte al estar actualizados son más competitivos y aumenta la productividad. Al tomarlos en cuenta para este tipo de actividades, el personal se estimula y cumplen los objetivos planteados por la empresa.

Certificación de operarios:

La certificación de operarios se emplea para incentivar al personal a que aprenda a manejar y tenga conocimiento de las distintas máquinas que existen en la empresa, esto también influye para poder crecer en lo laboral y hasta poder mejorar su estatus.

Incentivos:

En la industria manufactura los incentivos dependen de la productividad. Deben de ser utilizados con el fin de motivar al personal y no de explotarlos.

Se toma en cuenta el cumplimiento del trabajo, la calidad, y la productividad, así como nuevas ideas para mejorar el rendimiento de la línea de producción, generando mayor ganancia a la empresa y al trabajador, esto funciona con el compromiso de las dos partes mencionadas.

4.10 SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Para la seguridad y salud en el trabajo se adjunta la matriz de triple criterio que sirve para identificar los distintos tipos de riesgos en el área laboral. (Anexo 8). Es por eso que se debe instruir y advertir al trabajador sobre los posibles riesgos que posee cada actividad.

Como prioridad en la producción es el recurso humano y por ese motivo la protección física integral de los trabajadores debe obligatoria; se debe establecer las buenas prácticas de manufactura, capacitando al personal referente a la prevención, control, riesgos del trabajo y proporcionar los equipos de protección personal:

- Mascarilla
- Gafas
- Guantes
- Orejeras
- Cofia

4.11 RESULTADOS ESPERADOS DE LA MEJORA DEL PROCESO

A continuación se despliega los resultados, comparando tanto los de la situación actual como los de la propuesta de mejora. Lo que se espera es que el aumento en la productividad sea notorio para poder tomar una decisión e implementarlo.

Tabla 25. Cuadro comparativo de resultados

COMPARACION BOTA PATUCA			
Descripción	Actual	Proyecto propuesto	% Mejora
T.S. Bota Patuca	50,11	46,44	7,3%
Número de Operarios	48	48	
Jornada en min.	470	470	
Reproceso	1%	0%	100%
Demoras	3,73min	0	100%
Botas/día	450	486	7,4%

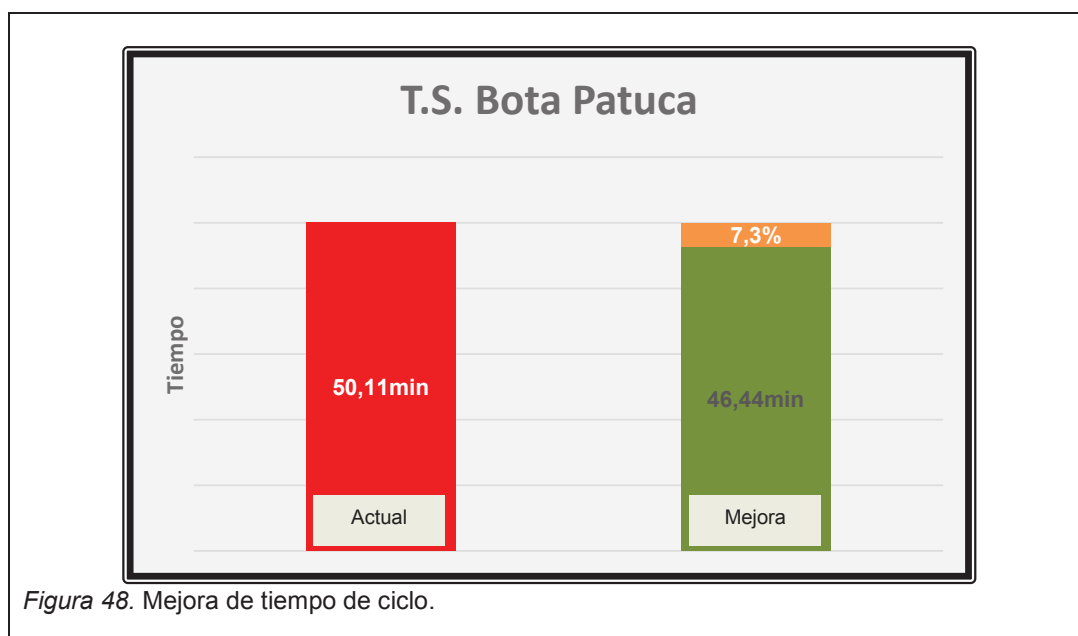


Figura 48. Mejora de tiempo de ciclo.

Al reducir el tiempo de ciclo de la bota se obtiene una mejora de un 7,3%, esto hace referencia a que el actual tiempo estándar disminuyo en 3.67 minutos comparado con el propuesto. En la producción es muy significativo debido a que la empresa se vuelve más eficiente y como producto de eso genera una mayor ganancia.

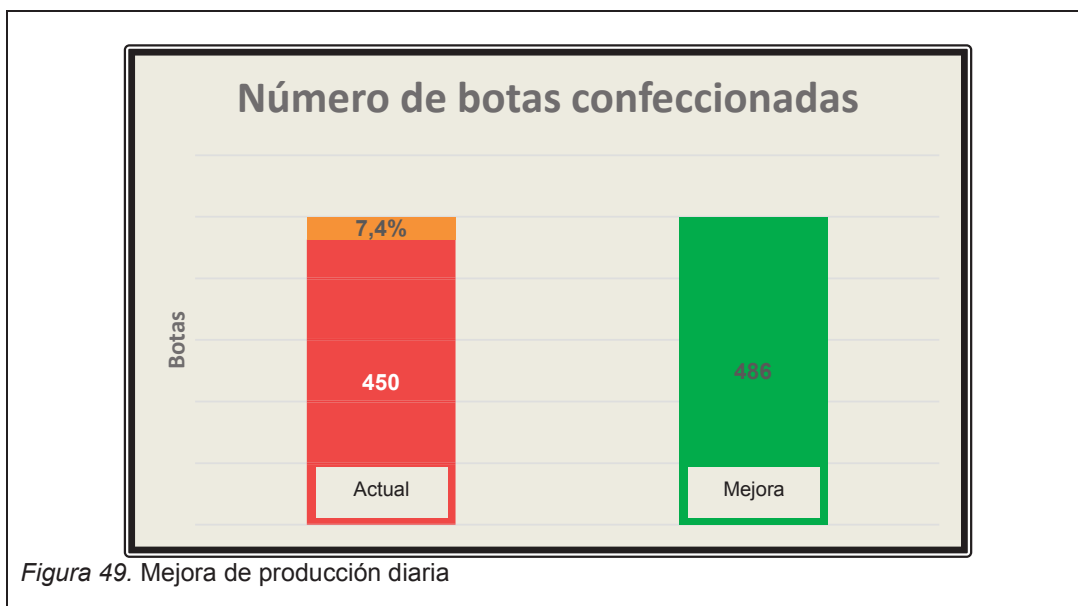


Figura 49. Mejora de producción diaria

Al eliminar las demoras en el proceso existe una notable mejora del 7,4%, lo que en botas equivale a producir 36 pares más por jornada. Esto hace que la empresa genere un mayor ingreso económico y pueda alcanzar nuevas metas.

4.12 SIMULACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA

La propuesta de mejora del proceso productivo de la bota patuca se desarrolla en el Software de simulación SIMUL8, para un día de trabajo que comprende 7,83 horas.

Para realizar la simulación es necesario tomar en cuenta las tablas 15 y 16, donde se encuentran los tiempos de ciclo y de operaciones. Por otra parte se muestra el balanceo del sistema, el método modular en la línea de aparado y el número de personas que conforma cada sección.

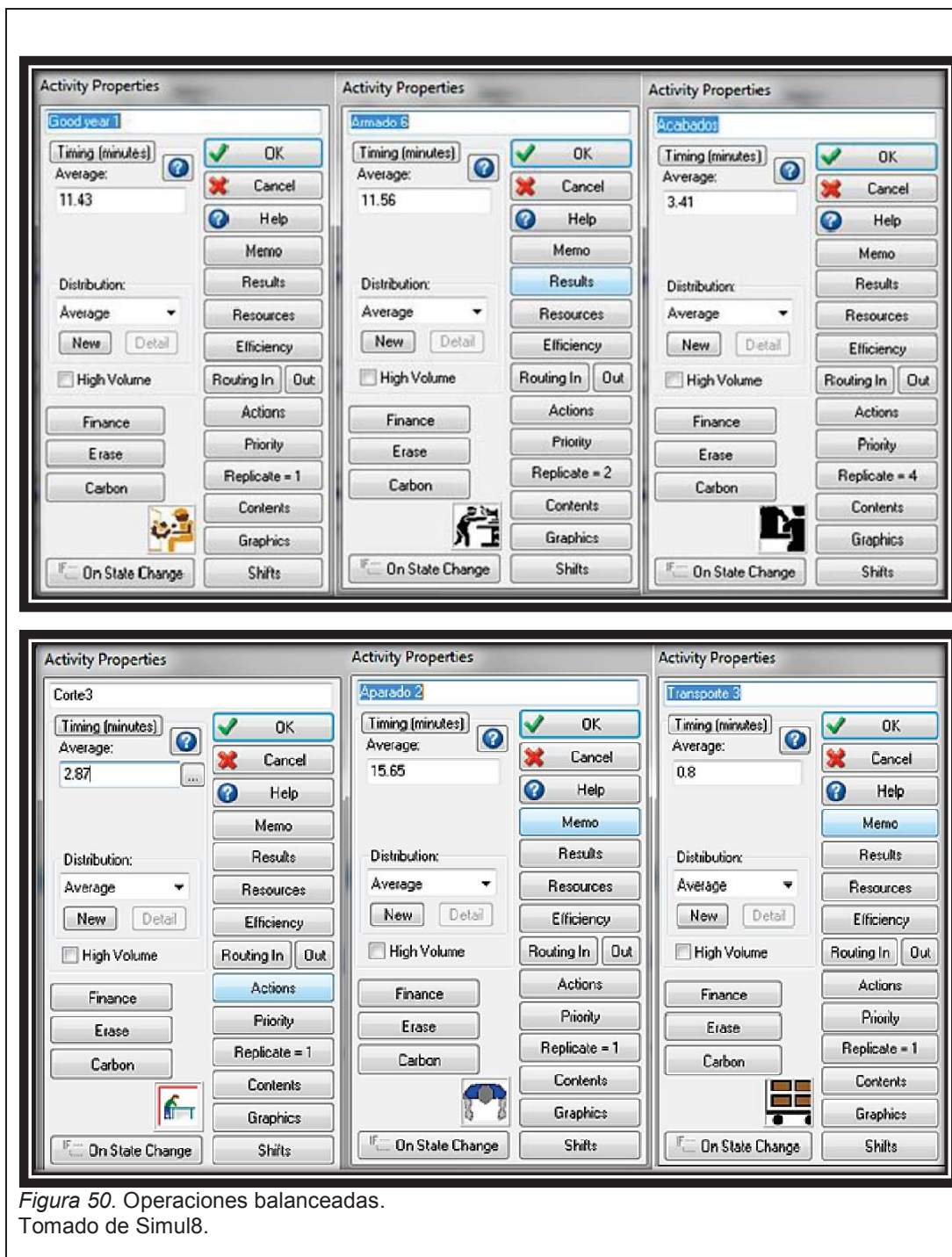


Figura 50. Operaciones balanceadas.
Tomado de Simul8.

En la figura 50 indica de la manera que se ingresa los datos ya balanceados para cada uno de los procesos de confección de la bota patuca.

4.12.1 Eficiencia del centro de trabajo de aparato

Como se explicó anteriormente en la tabla 17, esto hace referencia a la persona que abastece a los dos módulos, trabaja medio tiempo para cada equipo de trabajo. A continuación se muestra en la figura 51.

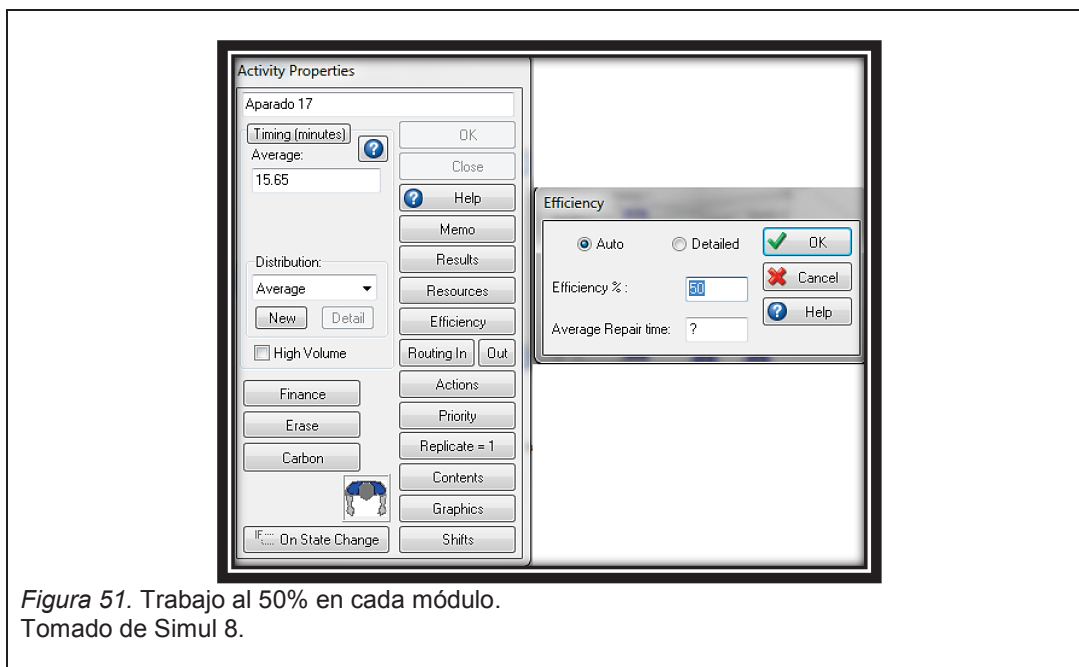


Figura 51. Trabajo al 50% en cada módulo.
Tomado de Simul 8.

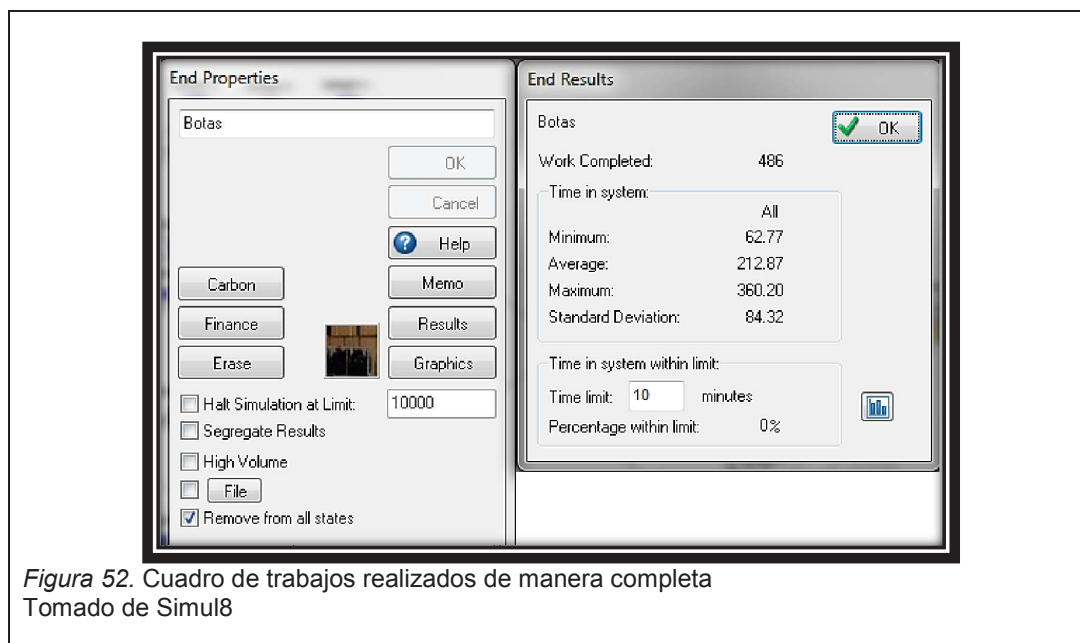


Figura 52. Cuadro de trabajos realizados de manera completa
Tomado de Simul8

4.12.2 Propuesta del modelo de la Simulación

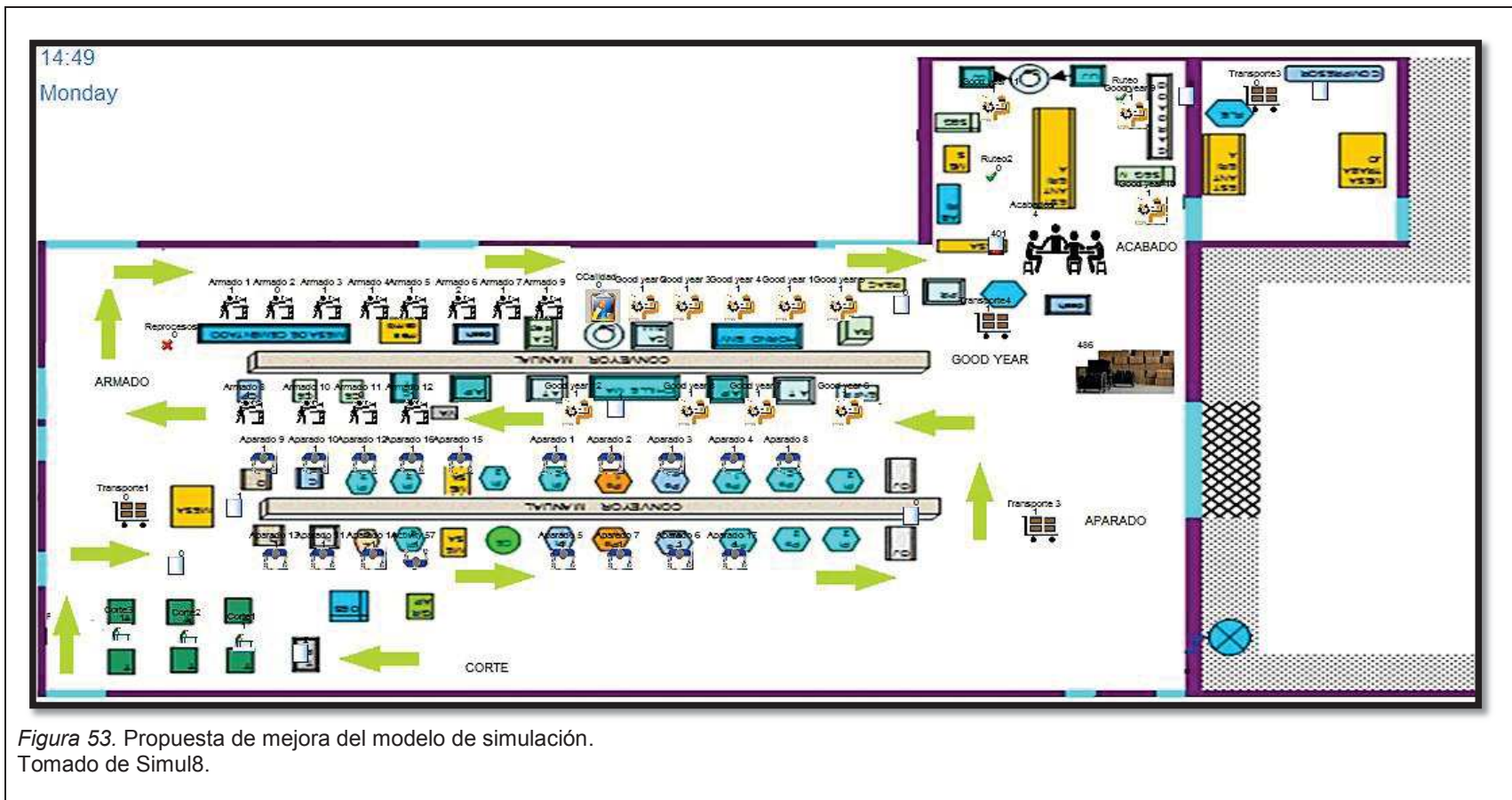


Figura 53. Propuesta de mejora del modelo de simulación.
Tomado de Simul8.

4.12.3 Resultados de la Mejora del Modelo

Después se presenta el modelo de la figura 53, se detallan los indicadores a tomar en cuenta.

Tabla 26. Indicadores de productividad

Ítem	Variable	Definición	Fórmula de calculo	Unidad de medida	Frecuencia	Información
1	Productividad	Capacidad de producción	$(PR/PR+R)*100$	%	Diaria	PR: Producción real R: Reprocesados
2	Centros de trabajo	Trabajos completados	J.T./T.S.	numérico	Diario	J.T: Jornada de trabajo T.S: Tiempo estándar

El indicador de productividad se programó en Visual Logic, como se muestra en la Figura 54. Los resultados se encuentran en el Anexo 11.

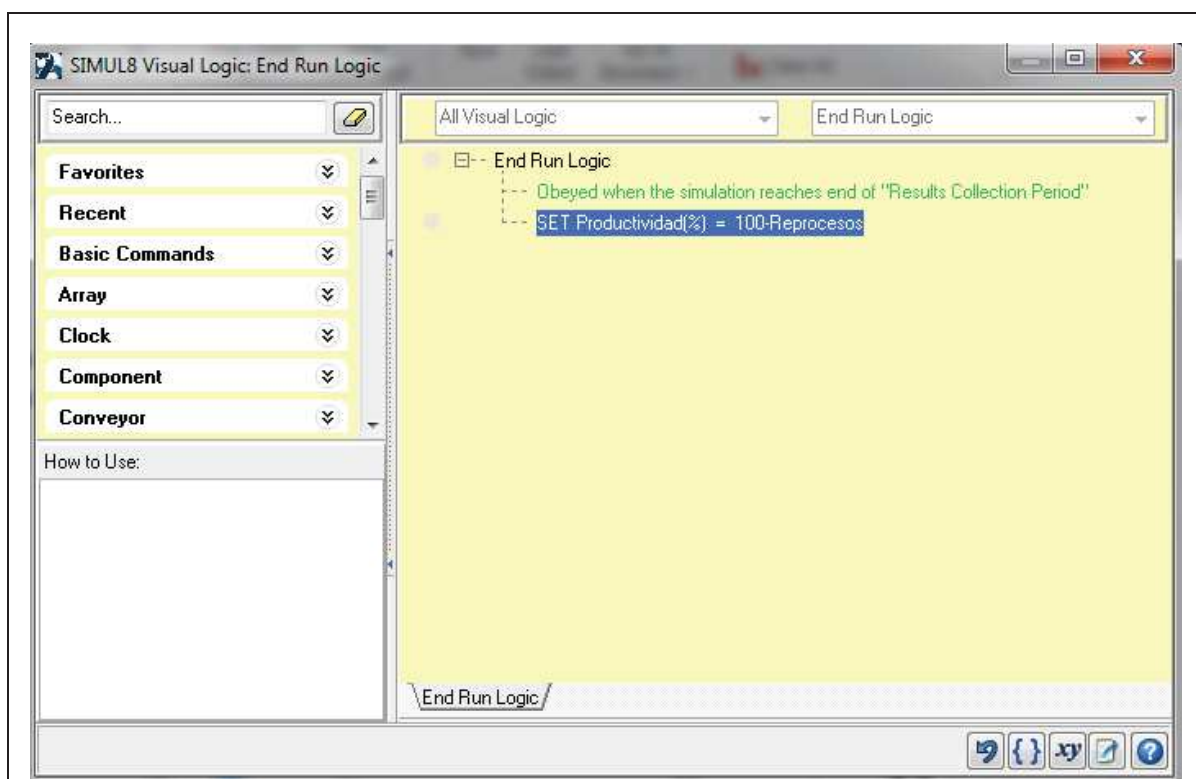


Figura 54. Programación de indicador de productividad.
Tomado de Simul 8.

Tabla 27. Tabla de resultados

Ítem	Indicadores	Situación Real de la Planta	Situación de Propuesta de Mejora	Unidad	% Mejora
1	Productividad	99%	100%	Producción	1%
2	Número de botas por día	450±	486	Pares de botas	7,4%
3	Tiempo de ciclo del producto	50,11	46,44	Minutos	7,3%
4	Reproceso	1%	0%	Producción	1%
3	Corte	450	486	Piezas	7,4%
	Aparado	450	486	Piezas	7,4%
	Armado	450	486	Piezas	7,4%
	Good Year	450	486	Piezas	7,4%
	Acabados	450	486	Piezas	7,4%

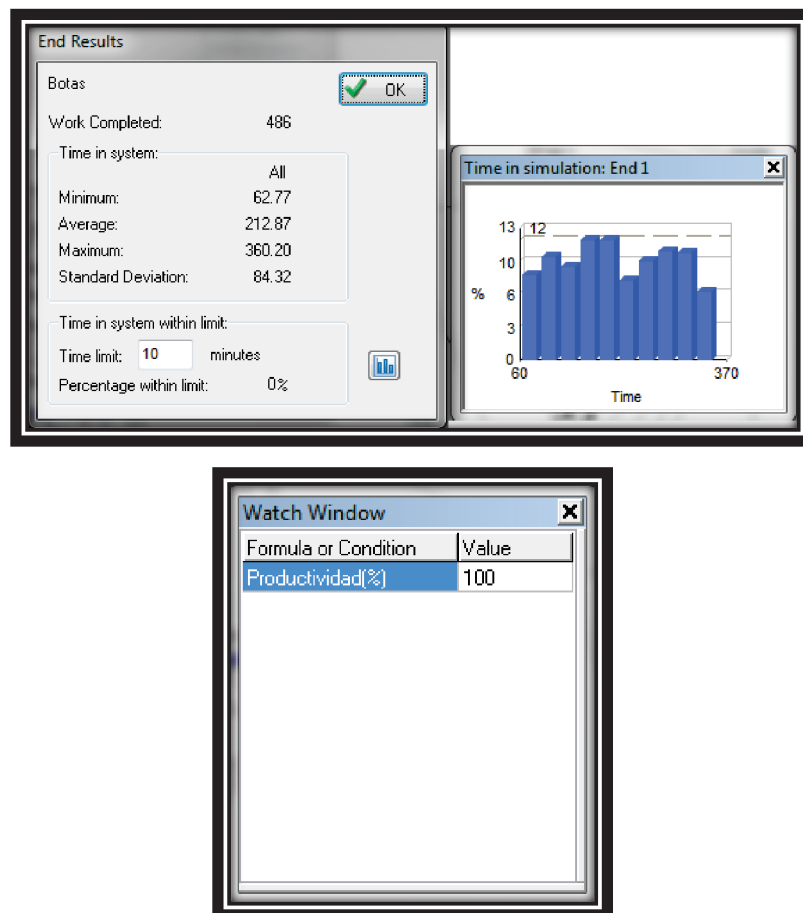


Figura 55. Productividad del sistema.
Tomado de Simul 8.

5 COSTO / BENEFICIO

5.1 COSTO / BENEFICIO

El capítulo detalla la situación actual y la propuesta de mejora en la Empresa FABRILFAME S.A., al reducir los costos de producción, tiempo de confección, y aumento de productividad del producto bota patuca.

5.2 DETALLE DE COSTOS DE PRODUCCIÓN

El costo de producción contiene tres elementos fundamentales:

- Mano de obra directa
- Mano de obra indirecta

El costo de mano de obra directa e indirecta abarca:

- Sueldos
- Horas extras
- Transporte
- Lunch
- Fondos de reserva
- Décimo tercer sueldo
- Décimo cuarto sueldo
- Uniformes
- Seguro médico y vida
- Entre otros.

Los costos indirectos de fabricación son:

- Servicios básicos (agua, luz, teléfono)
- Arriendo
- Combustibles
- Mantenimiento e instalaciones
- Repuestos y accesorios
- Depreciación de maquinaria
- Etc.

5.3 COSTO DE PRODUCCIÓN

El costo de producción para fabricar un artículo es unitario. Para determinar el costo es necesario contar con la ficha técnica del producto, formato que describe la estructura de materia prima y materiales, apoyado por el Departamento de Diseño.

Adicionalmente, se muestra la ruta del proceso de acuerdo a la secuencia de operaciones y el tiempo estándar de corte, confección, empaque y embalaje del producto. Este proceso realiza el Departamento de Producción a través de la toma de tiempos.

De esta manera se elabora la ficha técnica como muestra en la Figura 56.


		FABRIL FAME S.A				GP.FR.11
		ESTRUCTURA DE MATERIALES/HOJA TECNICA				Rev.2
Orden:	001-2013	Cliente:	FFTT	Asesor Co:		
Producto:	Bota Tactica Neg	Área:	Calzado	Fecha de Mod.	2013/08/21	
Fecha Elab.:	2013/01/31			Código BAAN:	2570000202	
DETALLE MATERIAL BASE:						
Muestra	Bota Tactica Neg	Código	2570000202	Característ.	Cuero Hidrofugado	
Cantidad	2	Descripción	Negro	Proveedor	inventario	
Mat. base	cuero	Talla/muestra:40				
A		ESTRUCTURA DE MATERIALES DE UN PAR				
	Código BAAN:	Material	Cant	Und		
	23100000779	LONA NEGRA TRANSPIRABLE	0,2	m		
	23100000281	GABARDINA CRUDA	0,07	m		
	24100000013	CUERO HIDROFUGADO NEGR	23.000	dm2		
	24100000019	TAFILETE NEGRO	8	dm2		
	23300000145	HILO NEGRO # 40 DE 3000	0,2	mll		
	24000000050	PEGA CAUCHO NEGRO	0,005	ga		
	23800000064	REATA NEGRA 13mm	1,1	m		
	23800000118	REATA DE 78/25 mm NEGRA	0,75	m		
	23800000117	REATA DE 78/80 mm NEGRA	0,47	m		
	23900000126	OJALILLOS INOXIDABLE 11	8	u		
	23600000221	PASARAPIDO	24	u		
	23600000222	REMACHE PASARAPIDO	24	u		
	23900000138	PUNTILLA AUTOMATICA 19X14	0.0014	u		
	24000000046	PEGA POLIURETANICA	0.0075	caj		
	24000000047	PEGA POLIAMIDA ESPAGUETI	0.0052	ga		
	B		24000000048	PEGA POLIESTER ESPAGUETI	0,0085	kg
		23600000101	PLANTILLA DE ARMAR	0.0330	kg	
		23600000040	TERMOPLASTICO 1,5	0,03	u	
		23900000119	CAMBRIONES DE ACERO	1000	pl	
		24200000256	PLANTA DE CAUCHO NEGRO	1.000	par	
		24200000265	ENTRESUELA CAUCHO NEGRO	1.000	par	
		24000000051	PEGA POLICLORADO	0.0120	par	
		23600000252	PLANTILLA PU TEXTIL	1	ga	
		23600000117	LIJA # 36	0.0050	par	
		24000000056	LIMPIADOR SOLVENTE	0.0050	m	
		23300000069	HILO NYLON # 12 (KILO)	0.0011	ga	
Observaciones/anexos		23300000070	HILO NYLON # 18 (KILO)	0.0011	kg	
		23600000342	CORDONES NEGRO DE 1.60	1000	kg	
		24000000052	PEGA PARA CUERO	0.0025	par	
		23700000018	CAJAS DE CARTON	0.1000	ga	
		23700000017	PADS DE CARTON	0,1	u	
		23600000114	FLEJE PLASTICO	0.0024	kg	
		23700000016	FUNDAS PLASTICAS PIGMENT	1000	ga	
		23900000125	HEBILLAS PLASTICAS SUNCHOS	1	u	

Figura 56. Hoja técnica de materiales.
Tomado de Departamento de diseño FABRILFAME S.A.

El detalle de costos se obtiene del “Manual de Costos” de la Empresa. En esta tabla se tiene un primer cuadro conformado por la lista de materiales y materia prima para fabricar 1 unidad de producto. Se especifica la cantidad y el costo unitario para cada material. El costo total de cada material se obtiene:

$$\text{Costo total material} = \text{cantidad} * \text{costo unitario}$$

Como resultado se obtiene un costo total de materiales: **\$22.35**

En el segundo cuadro se lista la ruta de procesos, se entiende la secuencia de operaciones para obtener el producto terminado, junto con el tiempo estándar en minutos de cada etapa del proceso. Se tiene un valor por actividad, que detalla costos directos e indirectos y de fabricación para producir 1 unidad. El total de operación del tiempo estándar en minutos es:

$$\text{Total operacion (T.S. min)} = \Sigma \text{ de cada actividad (T.S. min)} \quad (\text{Ecuación 12})$$

El valor total de cada operación es:

$$\text{Valor total operacion} = \Sigma \text{ del valor de cada actividad} \quad (\text{Ecuación 13})$$

El resumen muestra un tiempo estándar total de operación: **59,66 minutos**, y un valor total de: **\$10.54**.

En conclusión el costo de venta viene a ser:

$$\text{Costo de venta} = \text{costo total de materiales} + \text{valor total de operacion} \quad (\text{Ecuación 14})$$

El costo de venta es: **\$32.89**.

Para generar un margen de rentabilidad se aplica el 25% del costo total de producción para la venta al público. La Figura 57 detalla el costo unitario del producto.

FABRILFAME S.A.				
DETALLE DE COSTOS				
PRODUCTO: BOTA PATUCA C/CUERO HIDROFUGADO Y PASA RAPIDOS				
FECHA: 7 DE FEBRERO DEL 2014				
CLIENTE: FF.TT.				
ASESOR COMERCIAL: MIRIAN PORRAS				
MATERIALES				
CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO	
			UNI	TOTAL
23700000018	CAJAS DE CARTON	0,10	1,26	0,13
23900000119	CAMBRIONES DE ACERO	1,00	0,10	0,10
23600000109	CORDONES NEGROS DE 1.60	1,00	0,28	0,28
24100000013	CUERO HIDROFUGADO NEGRO	23,00	0,32	7,47
24200000265	ENTRESUELA NEGRA	1,00	1,62	1,62
23600000114	FLEJE PLASTICO	0,00	3,56	0,01
23700000016	FUNDAS PLASTICAS PIGMENT	1,00	0,08	0,08
23100000181	GABARDINA CRUDA	0,07	2,50	0,17
23900000125	HEBILLAS PLASTICAS SUNCHOS	1,00	0,02	0,02
23500000065	HILO NEGRO # 40 DE 3000	0,20	1,04	0,21
23300000069	HILO NYLON # 12	0,00	23,02	0,03
23300000070	HILO NYLON # 18	0,00	22,92	0,03
23600000117	LIJA # 36	0,01	3,69	0,02
24000000056	LIMPIADOR SOLVENTE	0,01	11,08	0,06
23100000282	LONA SPORT	0,20	5,70	1,12
23900000126	OJALILLO INOXIDABLE 112/60	8,00	0,01	0,08
23700000017	PADS DE CARTON	0,10	0,13	0,01
24000000048	PAGAPOLIESTER ESPAGUETI	0,01	12,02	0,09
23600000221	PASARAPIDO NEGRO	24,00	0,05	1,20
24000000010	PEGA INCASOL	0,01	9,76	0,09
24000000052	PEGA PARA CUERO	0,00	12,08	0,03
24000000047	PEGA POLIAMIDA ESPAGUETI	0,01	10,66	0,06
24000000046	PEGA POLIURETANICA	0,01	11,37	0,11
24000000051	PEGANTE POLICLORADO	0,01	12,72	0,13
24200000256	PLANTA DE CAUCHO NEGRO	1,00	4,92	4,92
23600000329	PLANTILLA PU TEXTIL	1,00	1,80	1,80
23900000138	PUNTILLA AUTOMATICA 19X14	0,00	5,75	0,01
23800000118	REATA NEGRA 78/25	0,75	0,25	0,19
23800000117	REATA NEGRA 78/50	0,47	0,70	0,33
23800000064	REATA NEGRA 13mm	1,10	0,02	0,02
23600000222	REMACHES PASARAPIDO	24,00	0,01	0,31
23600000235	SUPERLONG	0,02	4,67	0,09
24100000019	TAFILETE NEGRO	8,00	0,14	1,11
23600000226	TERMOPLASTICO 1,2mm	0,03	14,28	0,46
TOTAL MATERIALES				22,35

OPERACIÓN				
	ACTIVIDADES		T.S. (MIN)	VALOR
			1,2000	0,1767
	Corte	2,95	3,54	0,63
	Aparado	17,65	21,18	3,74
	Armado	13,26	15,91	2,81
	Good Year	12,17	14,60	2,58
	Acabado	3,69	4,43	0,78
TOTAL OPERACIÓN				59,66
COSTO DE PRODUCCIÓN				32,89

Figura 57. Detalle de costos.

Tomado de Departamento financiero FABRILFAME S.A.

5.4 COSTO DE VENTA AL PUBLICO

Al realizar la comparación del método actual vs. el método propuesto se tiene obtiene una producción adicional de 36 pares de botas lo que viene a representar los siguiente:


 FABRILFAME S.A. DETALLE DE COSTOS								
LINEA: CALZADO								
FECHA: 7 DE FEBRERO DEL 2014								
CLIENTE: FF.TT.								
ASESOR COMERCIAL: XXXXXXXXXXXXX								
Cantidad	Descripción	Costo de producción	Comisión	Costo de venta unitario	Costo total con comisión	Costo total sin comisión	Utilidad diaria	Utilidad/bota
36	Bota patuca	32,89	0,25	41,11	1480,05	1184,04	296,01	8,22

Figura 58. Detalle de ganancia por par de botas
Tomado de Departamento financiero FABRILFAME S.A.

$$\text{Ganancia diaria} = \text{prendas dia} * \text{utilidad de bota} \quad (\text{Ecuación 15})$$

Aplicando la propuesta de mejora se puede fabricar 36 botas adicionales lo que significa una ganancia adicional diaria de:

$$\text{Ganancia diaria} = 36 * \$8,22 \quad (\text{Ecuación 16})$$

$$\text{Ganancia diaria} = \$295,92 \quad (\text{Ecuación 17})$$

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

1. En la línea de Calzado, en función de los tiempos se estandarizó el proceso y las operaciones y de igual manera se niveló la carga de trabajo en función del tiempo estándar.
2. Se comprobó que la herramienta Simul8 es poderosa y muy confiable por su acercamiento a la realidad, lo cual se demostró con los resultados obtenidos en la validación del modelo. Este software nos garantiza la efectividad del modelo planteado, con el cual se ha podido demostrar que la productividad tuvo un incremento de 36 pares de botas por día.
3. El estudio realizado a través del diagrama de operaciones y el diagrama de flujo, permitió mejorar el sistema de trabajo y el diseño del layout de la planta. En este punto se logró evidenciar una mejora muy significativa al cambiar los tiempos de demora por los tiempos de inspección, lo cual genera una mayor eficiencia en el proceso.
4. La empresa no tendrá que invertir en infraestructura en el presente proyecto, debido a que las máquinas deben ser reubicadas y colocadas de manera más eficiente. También se debe eliminar la operación de almacenar las botas en canastas porque generan tiempos muertos.

6.2 RECOMENDACIONES

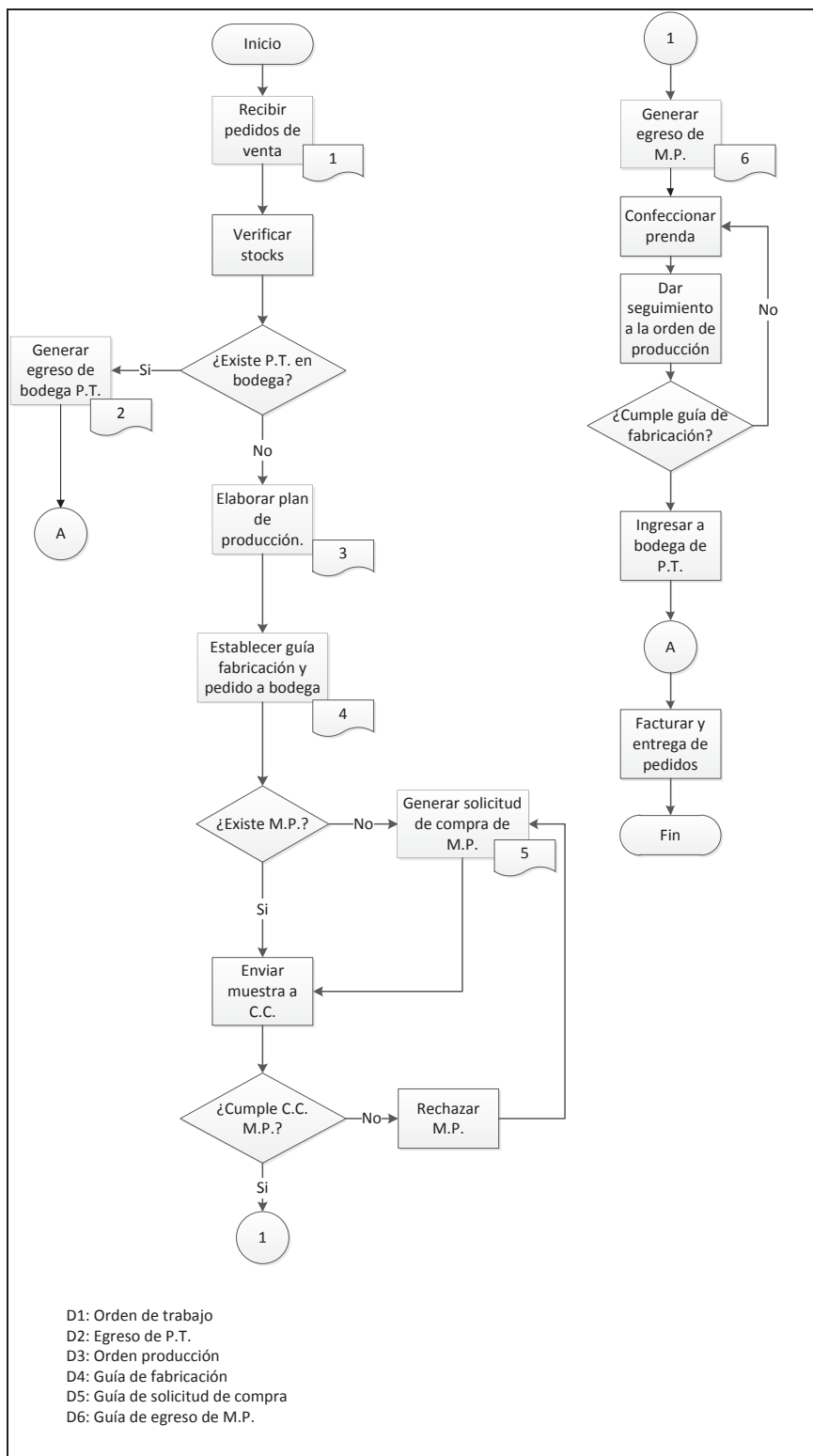
1. Como eje principal en la producción, se sugiere aplicar el presente proyecto con el cual se obtendrá mayor productividad, reducirá el tiempo de ciclo del proceso de confección, mejorará la calidad del producto, optimizará los recursos de la empresa y generará mayor utilidad para la misma.
2. Elaborar e implementar planes de capacitación dirigidos al personal operativo y fortalecer el trabajo en equipo para evitar fallos en las operaciones. También eliminar los inventarios en proceso retirando las canastas móviles utilizadas para almacenar las botas.
3. Trabajar con una adecuada planificación de los recursos de la empresa para el efectivo cumplimiento de los objetivos e incentivar al personal para juntos alcanzar las metas propuestas.
4. Realizar la toma de tiempos con periodicidad para comprobar las mejoras, debido a que el ser humano tiende a elevar su desempeño cuando comprueba buenos resultados.
5. Rotar a los operarios en las actividades relacionadas con la producción para que se familiaricen con las máquinas y puedan ser poli funcionales en las operaciones del proceso de confección.

REFERENCIAS

- Alford y Bangs. (1978). *Manual de la producción*. México: Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana.
- AITE. (s.f.). *Pág. Institucional*. Recuperado el 14 de junio de 2013 de <http://www.aite.com.ec/>.
- Banks, J. (2005). *Discrete Event System Simulation*. Pearson Education.
- Caso, A. (2006). *Técnicas del trabajo*. Madrid: Fundación Confemetal. 2da. Edición.
- FABRILFAME. (s.f.). *Pág. Insitucional*. Recuperado el 14 de Junio de 2013 de <http://www.FABRILFAME.com/>
- Fernández, M. (1995). *Análisis y descripción de puestos de trabajo*. Madrid: Díaz de Santos.
- Gaither, N., y Frazier, G. (2000). *Administración de la producción y operaciones*. México: 8va. Edición. International Thomson.
- García R. (2005). *Estudio del Trabajo Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México: 2da. Edición. McGraw-Hill.
- ISO. (9000:2008). *Norma Internacional ISO 9001*.
- Jonania, C. (2008). *Manual de tiempos y movimientos*. México D.F.: Limusa S.A.
- Mayers, F. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*. Pearson Education.
- Mondragón, A. (2008). *Tutoriales Taller de Proyecto*. Recuperado el 20 de Enero de 2014 de <http://es.scribd.com/doc/7469823/Que-son-los-indicadores>.
- Niebel, B. (1980). *Ingeniería Industrial; Métodos, tiempos y movimientos*. Mexico: 2da. Edicion.
- TIME, T. (s.f.). *Pág. Insitucional*. Recuperado el 18 de Octubre de 2013 de <http://sigmaingenieria.com/Takttime.htm>.

ANEXOS







ANEXO 1. Diagrama de flujo producción



ACTIVIDADES	DOCUMENTOS Y/O REGISTROS	RESPONSABLES
Recibir pedidos de clientes por parte de comercialización y dar a conocer a producción	Comunicación del cliente sobre aprobación de oferta	* Responsable de comercialización * Coordinador de ventas * Asesores de ventas
Orden de trabajo verificada por comercialización en coordinación con producción y bodegas, especial atención con fecha tentativa de entrega	Orden de trabajo	* Asesores de ventas * Coordinador de ventas * Responsable de comercialización * Responsables de producción * Bodegueros de producto terminado
Se verifican en forma física y en el ERP cada ítem de la oferta aprobada	Orden de trabajo	* Asesores de ventas * Responsables de producción
Se verifican existencias de cada uno de los ítems detallados en la oferta aprobada en bodega de p.t.	Orden de trabajo	* Asesores de ventas * Bodegueros de producto terminado * Responsables de producción
Comunica asesor de ventas a bodega de p.t. se emita el egreso de bodega conjuntamente con su codificación.	Orden de trabajo	* Asesores de ventas * Bodegueros de producto terminado
Si es un producto que es parte de un pedido y que no se lo realiza en producción se procede a realizar una solicitud de compra por parte de comercialización.	Orden de trabajo	* Coordinador de ventas * Asesores de ventas
Se elabora el plan de producción semanal/mensual, considerando las ordenes de producción en ejecución, por realizar y prioritarios.	Plan de producción	* Responsables de producción
En el ERP se genera la orden de producción por ítem de orden de trabajo pendiente aceptando fecha de entrega en orden de trabajo por parte de producción.	Orden de producción	* Responsables de producción * Auxiliar de producción (vestuario)
En el ERP se genera la guía de fabricación y el pedido a bodega de m.p. según procedimiento de generación y diligenciamiento	Guía de fabricación pedido a bodega de m.p.	* Responsables de producción * Auxiliar de producción (vestuario)
Conjunción de los procesos de manufactura, de adquisiciones y de control de calidad de m.p. y en proceso	Guía de fabricación pedido a bodega de m.p. Orden de producción	* Responsable de producción * Líderes de producción * Responsable de adquisiciones * Responsable de control de calidad de materia prima * Responsable de control de calidad en proceso y producto terminado

Se ingresa el producto (m.p. o p.t. ext.) aprobado por control de calidad de m.p. o de p.t. a la bodega respectiva con su orden de compra y factura	Orden de compra Factura aprobada y recibida	* Bodegueros de materia prima * Bodegueros de producto terminado
Se inspecciona y verifica la materia prima aplicando normas técnicas nacionales y extranjeras de acuerdo a la orden de trabajo, orden de compra, solicitud de compra y factura	Orden de compra Orden de trabajo Solicitud de compra factura	* Responsable de control de calidad de materia prima
Conjunción del proceso de adquisiciones con los proveedores calificados	Orden de compra Factura	* Responsable de adquisiciones
Se procede a la adquisición con la orden de compra a proveedores calificados	Orden de compra	* Responsable de adquisiciones * Auxiliares de adquisiciones
Se empieza el trámite de compra de acuerdo al proceso de adquisiciones	Solicitud de compra de m.p. Solicitud de compra de solución integral	* Bodeguero de materia prima * Coordinador de ventas * asesores de ventas
Se despacha la materia prima de bodega con su egreso hacia producción	Egreso de m.p.	* Bodeguero de materia prima * Líder de producción
Mediante reporte de planta y plan de producción, se establecen los detalles de las actividades diarias de la orden de producción	Reporte de planta Plan de producción	* Responsable de producción
Conjunción de los procesos de manufactura con control de calidad de producto terminado	Guía de fabricación Orden de producción Orden de trabajo	* Responsable de producción * Líder de producción * Responsable de control de calidad de producto terminado
Se verifica cumplimiento de la guía de fabricación	Guía de fabricación Orden de producción	* Responsable de producción * Líder de producción
Se inspecciona y verifica el producto terminado de acuerdo a la guía de fabricación y a la orden de trabajo	Guía de fabricación Orden de trabajo	* Responsable de control de calidad en proceso y producto terminado
Se entrega a bodega de producto terminado con la nota de entrega, el original se entrega al bodeguero y la copia al líder de producción	Guía de fabricación aprobada Nota de entrega Ingreso a bodega	* Líder de producción * bodeguero de producto terminado
Mediante el procedimiento para la facturación y despacho de pedidos	Factura Guía de despacho Registro de despachos	*Facturador *Responsable de activos fijos e inventarios *Encargado de despachos

ANEXO 2. Máquinas utilizadas en el proceso de calzado

	
<p>Máquina recta (1A)</p>	<p>Máquina doble aguja (2A)</p>
	
<p>Máquina numeradora (NUM)</p>	<p>Máquina desbastadora (DES)</p>
	
<p>Máquina clavadora (C-PLA)</p>	<p>Máquina troqueladora (TRO)</p>



Máquina tipo zig-zag (Z-Z)



Máquina ribteadora(RIB)



Máquina poste 1A (P-1A)



Máquina poste 2A (P-2A)



Máquina perforadora (PER)



Máquina ojalilladora (OJA)



Preformadora talones (PRE-T)



Armadora de puntas (A-PUN)



**Armadora de costados y talones
(A-C.T)**



Máquina cardadora (CAR)



Máquina prensadora (PRE)



Máquina segundeadora (SEG)



Soplete (SOP)



Pulidora (PUL)

ANEXO 4. Tabla de suplementos recomendados por ILO

Suplementos recomendados por ILO _____	
A. Suplementos constantes:	
1. Suplemento personal.....	5
2. Suplemento por fatiga básica.....	4
B. Suplementos variables:	
1. Suplemento por estar de pie.....	2
2. Suplemento por posición anormal:	
a. Un poco incómoda.....	0
b. Incómoda (agachado)	2
c. Muy incómoda (tendido, estirado).....	7
3. Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, jalar o empujar):	
Peso levantado, en libras:	
5.....	0
10.....	1
15.....	2
20.....	3
25.....	4
30.....	5
35.....	7
40.....	9
45.....	11
50.....	13
60.....	17
70.....	22
4. Mala iluminación:	
a. Un poco abajo de la recomendada.....	0
b. Bastante menor a la recomendada.....	2
c. Muy inadecuada.....	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad) – variable...	0 -100
6. Atención requerida:	
a. Trabajo bastante fino.....	0
b. Trabajo fino o preciso	2
c. Trabajo muy fino y muy preciso.....	5
7. Nivel de ruido:	
a. Continuo.....	0
b. Intermitente – Fuerte.....	2
c. Intermitente - Muy Fuerte.....	5
d. De todo alto – Fuerte.....	5
8. Estrés mental	
a. Proceso bastante complejo.....	1
b. Atención compleja o amplia.....	4
c. Muy completa.....	8



9. Monotonía

- | | |
|---------------------|---|
| a. Nivel bajo..... | 0 |
| b. Nivel medio..... | 1 |
| c. Nivel alto..... | 4 |

10. Tedio

- | | |
|----------------------|---|
| a. Algo tedioso..... | 0 |
| b. Tedioso..... | 2 |
| c. Muy tedioso..... | 5 |

ANEXO 6. Base técnica de la bota patuca

		BASE TÉCNICA CALZADO		CÓDIGO: GCAFR.16
				REVISIÓN: 0
				PAGÍNA: 1 DE 1
PRODUCTO: BOTAPATUCA				
PROPIEDAD	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	VALOR	
ASPECTO TÉCNICO				
Tipo de Bota	Bota Militar, planta de caucho	Visual	---	
Color	Negro	Visual	---	
Tipo de Cuero	Cuero natural	Visual	---	
Tipo de Lona	Mezcla poliéster algodón, alma de PVC.	---	---	
ESPECIFICACIONES BÁSICAS				
CUERO:	Tracción mínimo:	Mpa.	15	
	Desgarre mínimo:	N/mm	25	
	Alargamiento a la ruptura mínimo	%	40	
LONA:	Espesor:	mm.	1.6 -2.2	
	Tracción mínimo:	Mpa.	16	
	Desgarre mínimo:	N/mm.	80	
PLANTA:	Alargamiento a la ruptura mínimo	%	24	
	Abrasión máximo:	mm ³	200	
	Flexión mínimo:	Flexiones	180,000	
	Dureza:	Shore A	55 - 75	
TIPO DE LABRADO	Altama			
CONFECCIÓN - DISEÑO:				
*Capellada y talón	De cuero negro			
*Caña	Alta de 180 entre 250 mm. de acuerdo a la talla con refuerzo posterior			
*Costuras de unión caña con capellada y talón	Con 4 costuras de unión entre la caña con la capellada y caña con el talón.			
*Lengüeta	De lona con una altura hasta el borde de la caña, tipo fuelle o acordeón			

ANEXO 8. Matriz de triple criterio

IDENTIFICACIÓN, ESTIMACIÓN CUALITATIVA Y CONTROL DE RIESGOS		EMPRESA FABRIL FAME																													
INFORMACIÓN GENERAL				FACTORES FÍSICOS										FACTORES MECÁNICOS																	
ÁREA / DEPARTAMENTO	PROCESO ANALIZADO	ACTIVIDADES / TAREAS DEL PROCESO	TRABAJADORES (AS) total	iluminación insuficiente	iluminación excesiva	ruido	vibración	radiaciones ionizantes	radiación no ionizante (UV, IR, electromagnética)	ventilación insuficiente (fallas en la renovación de aire)	espacio físico reducido	piso irregular, resbaladizo	obstáculos en el piso	desorden	maquinaria desprotegida	manejo de herramienta cortante y/o punzante	manejo de armas de fuego	circulación de maquinaria y vehículos en áreas de trabajo	desplazamiento en transporte (terrestre, aéreo, acuático)	transporte mecánico de cargas	trabajo a distinto nivel	trabajo subterráneo	trabajo en altura (desde 1.8 metros)	caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento	caída de objetos en manipulación	proyección de sólidos o líquidos	superficies o materiales calientes	trabajos de mantenimiento	trabajo en espacios confinados		
C a b r i l i z a d o	Corte	Tender	3			3				3																				3	
		Emollar				3					3							5													3
		Troquelear				4						3																			
	Aparado	Pintar			3						3																				3
		Ennumerar					4				3																				3
		Ribetear									3																				3
		Coser					4				3							3													3
		Perforar					5				3							3													3
	Armado	Clavar									3							3													3
		Encimentar									5							3													3
		Prefornar									5							3													3
		Cardar									3							3													3
		Amarar puntas									3							3													3
	Good Year	Cardar			5						3						5														3
		Prensar									3							3													3
		Resar líquidos									3							3													3
		Pulir									5							3													3
		Cortar									3							4													3
	Acabados	Quemar									3																				3
		Soplear									3							4													3
		Empacar								3																				3	

ELABORADO POR: DIEGO CHILUIZA

ANEXO 9. Simbología maquinaria

SIMBOLOGÍA MAQUINARIA	
MANUAL	MAN
DESBASTADORA	DES
MÁQUINA ZIG- ZAG	Z-Z
POSTE 1 AGUJA	P1A
POSTE 2 AGUJAS	P2A
MÁQUINA 1 AGUJA	1A
MÁQUINA 2 AGUJAS	2A
PERFORADORA	PER
TROQUELADORA	TRO
OJALILLADORA	OJA
CLAVADORA DE PLANTILLAS	C.P
PREFORMADORA	PRE
ENCEMENTADORA	ENC
ARMADORA DE PUNTAS	A.P
ARMADORA DE COSTADOS Y TALONES	A.C.T
CARDADORA	CAR
CEPILLADORA	CEP
PRENSADORA	PRN
SACADORA DE HORMAS	S.H
SEGUNDEADORA	SEG
PULIDORA	PUL
SOPLETE	SOP

ANEXO 10. Resultados de la simulación - modelo actual

The screenshot shows the SIMUL8 Results Manager interface. The 'All Object Results' tab is selected. The table displays results for three objects: Corte1, Corte2, and Corte3. The metric is 'Number Completed Jobs'.

from most recent run only.		Result	Click "Multiple Runs" butt
Corte1	Number Completed Jobs	154.00	
Corte2	Number Completed Jobs	145.00	
Corte3	Number Completed Jobs	152.00	

The screenshot shows the SIMUL8 Results Manager interface. The 'All Object Results' tab is selected. The table displays results for two objects: Acabados and Botas. The metric is 'Number Completed Jobs'.

from most recent run only.		Result	Click "Multiple Runs" butt
Acabados	Number Completed Jobs	448.00	
Botas	Number Completed	446.00	

The screenshot shows the SIMUL8 Results Manager interface. The 'All Object Results' tab is selected. The table displays results for 13 objects, labeled 'Good year 1' through 'Good year 13'. The metric is 'Number Completed Jobs'.

Good year 1	Number Completed Jobs	35.00	
Good year 2	Number Completed Jobs	35.00	
Good year 3	Number Completed Jobs	35.00	
Good year 4	Number Completed Jobs	38.00	
Good year 5	Number Completed Jobs	38.00	
Good year 6	Number Completed Jobs	37.00	
Good year 7	Number Completed Jobs	34.00	
Good year 8	Number Completed Jobs	38.00	
Good year 9	Number Completed Jobs	38.00	
Good year 10	Number Completed Jobs	37.00	
Good year 11	Number Completed Jobs	36.00	
Good year 12	Number Completed Jobs	34.00	
Good year 13	Number Completed Jobs	34.00	

ANEXO 11. Resultados de la simulación - modelo propuesto

The screenshot shows the SIMUL8 software interface. At the top, there is a header with the SIMUL8 CORPORATION logo and the word 'Result'. Below the header are several navigation tabs: 'KPIs', 'KPI History', 'Scenarios', 'All Object Results', and 'Custom Reports'. The 'All Object Results' tab is currently selected. The main area displays a table of results from the most recent run. The table has three columns: the object name, the metric 'Number Completed Jobs', and the numerical result. The results are listed for various objects, including 'Corte1' through 'Corte3' and 'Aparado 1' through 'Aparado17i'. A vertical scrollbar is visible on the right side of the table.

from most recent run only.		
		Result
Corte1	Number Completed Jobs	167.00
Corte2	Number Completed Jobs	155.00
Corte3	Number Completed Jobs	166.00
Aparado 1	Number Completed Jobs	27.00
Aparado 2	Number Completed Jobs	26.00
Aparado 3	Number Completed Jobs	29.00
Aparado 4	Number Completed Jobs	29.00
Aparado 5	Number Completed Jobs	27.00
Aparado 6	Number Completed Jobs	26.00
Aparado 7	Number Completed Jobs	25.00
Aparado 8	Number Completed Jobs	28.00
Aparado 9	Number Completed Jobs	27.00
Aparado 10	Number Completed Jobs	29.00
Aparado 11	Number Completed Jobs	29.00
Aparado 12	Number Completed Jobs	27.00
Aparado 13	Number Completed Jobs	28.00
Aparado 14	Number Completed Jobs	27.00
Aparado 15	Number Completed Jobs	28.00
Aparado 16	Number Completed Jobs	25.00
Aparado 17	Number Completed Jobs	15.00
Aparado17i	Number Completed Jobs	13.00

Armado 1	Number Completed Jobs	26.00
Armado 2	Number Completed Jobs	25.00
Armado 3	Number Completed Jobs	50.00
Armado 4	Number Completed Jobs	49.00
Armado 5	Number Completed Jobs	27.00
Armado 6	Number Completed Jobs	48.00
Armado 7	Number Completed Jobs	24.00
Armado 8	Number Completed Jobs	48.00
Armado 9	Number Completed Jobs	26.00
Armado 10	Number Completed Jobs	48.00
Armado 11	Number Completed Jobs	25.00
Armado 12	Number Completed Jobs	48.00
Good year 1	Number Completed Jobs	39.00
Good year 2	Number Completed Jobs	36.00
Good year 3	Number Completed Jobs	39.00
Good year 4	Number Completed Jobs	36.00
Good year 5	Number Completed Jobs	39.00
Good year 6	Number Completed Jobs	39.00
Good year 7	Number Completed Jobs	36.00
Good year 8	Number Completed Jobs	39.00
Good year 9	Number Completed Jobs	39.00
Good year 10	Number Completed Jobs	38.00
Good year 11	Number Completed Jobs	37.00
Good year 12	Number Completed Jobs	36.00
Acabados	Number Completed Jobs	488.00
Botas	Number Completed	486.00

ANEXO 12. Software Turnitin



The screenshot displays the Turnitin document viewer interface within a Mozilla Firefox browser. The browser's address bar shows the URL: https://www.turnitin.com/dv?o=419207784&u=1015396777&s=&student_user=1&lang=es. The document title is "MET 2013_01 Documento completo para el: 01-May-2...". The interface includes navigation tabs for "Originality", "GradeMark", and "PeerMark". The document title is "Tesis fame" by "POR DIEGO VINICIO CHILUIZA ESPIN". The Turnitin logo is visible, along with a similarity score of "8% SIMILAR" and a status of "-- DE 0". The document content features the logo of the Universidad de las Américas (UDLA) and the text: "FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS" and "PROPUESTA DE MEJORA EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE 'CALZADO' EN LA EMPRESA FABRILFAME S.A., BASADA EN TIEMPOS". A message on the right side of the document states: "No hay ningún servicio activo actualmente".