UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Estandarización de los procesos manuales de etiquetado y
estuchado para reducir reprocesos en una empresa que realiza
reacondicionado de productos farmacéuticos**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR

Vera Farías, Gladys Karina ([0000-0003-2506-7001](#))

ASESOR

Macassi Jauregui, Iliana Aracelli ([0000-0002-8767-8556](#))

Lima, 03 de Diciembre de 2018

A mis padres, por su apoyo incondicional, consejos, motivación constante, que me permite ser una persona perseverante con el suficiente empeño para conseguir mis metas. A mis hermanas, por la paciencia, ayuda y apoyo que siempre me brindan. A Dios, por guiarme en todo momento y darme salud para lograr mis objetivos.

RESUMEN

El propósito del presente proyecto es estandarizar los procesos manuales de reacondicionado de producto farmacéuticos, específicamente los referentes al Estuchado y Etiquetado, mediante el Estudio de trabajo, utilizando las herramientas de estudio de tiempos y movimientos, así como la ergonomía para el diseño del puesto de trabajo. Ello, con la finalidad de reducir reprocesos, los cuales generan horas improductivas y reducción de la productividad, en una empresa de reacondicionado de productos farmacéuticos; originado por la deficiencia en el control de los parámetros de los procesos. La validación se realizó mediante una simulación, donde se obtuvo una reducción de tiempos en los procesos de Etiquetado y Estuchado, disminuyendo con ello las horas improductivas y los reprocesos, así como la mejora en los indicadores correspondientes al cumplimiento de las órdenes de servicio.

Palabras claves: Estandarización de procesos, métodos de trabajo, lugar de trabajo, toma de tiempos, reacondicionado, productos farmacéuticos.

ABSTRACT

The purpose of this project is to standardize the manual processes of pharmaceutical product reconditioning, specifically those related to packaging and labeling, through the work study using the tools of study of times and movements as well as ergonomics for the workplace design. This in order to reduce reprocessing which generates unproductive hours and reduced productivity in a pharmaceutical product reconditioning company originated by the deficiency in the control of process parameters. The validation was carried out by means of a simulation where a time reduction was obtained in the processes of Labeling and Packaging thus reducing unproductive hours and reprocessing, as well as the improvement in the indicators corresponding to compliance with service orders.

Key words: Standardization of processes, working methods, workstation, reconditioned, pharmaceutical products.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
Capítulo 1 : Marco Referencial.....	9
1.1 Marco teórico	9
1.2 Marco Normativo.....	12
1.3 Metodología para la solución:.....	12
1.3.1 Estudio de Trabajo	12
1.3.2 Método Delphi	26
1.3.3 Coeficiente de Kendall.....	26
1.3.4 Indicadores.....	27
1.3.5 Matriz de riesgo	30
1.3.6 Árbol de problemas.....	31
Capítulo 2 : Diagnóstico de la Situación Actual.....	32
2.1 Descripción de la empresa	32
2.1.1 Organigrama	32
2.1.2 Procesos de trabajo	33
2.1.3 Clientes	37
2.2 Planteamiento del problema.....	37
2.2.1 Estuchado	41
2.2.2 Etiquetado	45
2.3 Análisis Económico	49
2.4 Objetivo de la Investigación	52
2.4.1 Objetivo Principal	52
2.4.2 Objetivo Específico.....	52
Capítulo 3 : Propuesta de Mejora.....	54
3.1 Evaluación de procesos de trabajo por puesto laboral	54
3.1.1 Proceso de Estuchado	54
3.1.2 Proceso de Etiquetado.....	67
3.2 Propuesta de diseño de puesto laboral	77
3.2.1 Puesto laboral para Estuchado	77

3.2.2	Puesto laboral para Etiquetado.....	86
3.3	Análisis de la propuesta de solución.....	94
3.3.1	Estuchado	94
3.3.2	Etiquetado	95
3.4	Propuesta de control.....	95
3.4.1	Para toma de tiempos.....	96
3.4.2	Para los reprocesos.....	98
3.5	Implementación.....	102
Capítulo 4 :	Validación y Análisis de Resultados.....	105
4.1	Validación	105
4.1.1	Simulación del sistema	105
4.1.2	Validación Ergonómica	111
4.1.3	Indicadores	112
4.2	Evaluación Económica.....	113
4.3	Evaluación de otros impactos	114
4.3.1	Impacto social	114
4.3.2	Impacto político	114
4.4	Matriz de Riesgos	114
CONCLUSIONES		117
RECOMENDACIONES.....		117
BIBLIOGRAFÍA		117
ANEXOS		122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Simbología de tipo de operaciones	18
Tabla 2 Demanda anual	35
Tabla 3 Porcentaje de reprocesos anuales.....	41
Tabla 4 Costos y Ventas anuales de la empresa	50
Tabla 5 Tiempo normal de los movimientos de la actividad 1	54
Tabla 6 Tiempo normal de los movimientos de la actividad 2	55
Tabla 7 Tiempo normal de los movimientos de la actividad 3	55
Tabla 8 Tiempo normal de los movimientos de la actividad 4	56
Tabla 9 Holguras en el Estuchado	56
Tabla 10 Tiempo normal de cada movimiento en la actividad 1	63
Tabla 11 Tiempo normal de cada movimiento en la actividad 2	63
Tabla 12 Tiempo normal de cada movimiento en la actividad 3	64
Tabla 13 Tiempo normal para cada movimiento de la actividad 4.....	64
Tabla 14 Tiempo normal de cada movimiento de la actividad 5	65
Tabla 15 Holguras en el proceso de Estuchado	66
Tabla 16 Tiempo normal de los movimientos de la actividad 1	68
Tabla 17 Tiempo normal de los movimientos de la actividad 2	69
Tabla 18 Tiempo normal de los movimientos de la actividad 3	69
Tabla 19 Tiempo normal de los movimientos de la actividad 4	70
Tabla 20 Holguras para proceso de Etiquetado	70
Tabla 21 Tiempo normal de cada movimiento en la actividad 1	74
Tabla 22 Tiempo normal de cada movimiento en la actividad 2	75
Tabla 23 Tiempo normal de cada movimiento en la actividad 3 y 4.....	75
Tabla 24 Holguras en el proceso de Estuchado	76
Tabla 25 Tiempo estándar actual y propuesto para el Estuchado.....	94
Tabla 26 Cantidad de productos farmacéuticos a estuchar	94
Tabla 27 Tiempo estándar actual y propuesto para el Etiquetado	95
Tabla 28 Cantidad de productos a Etiquetar	95
Tabla 29 Indicador propuesto para la toma de tiempos	96

Tabla 30 Indicadores propuestos para de los reprocesos	98
Tabla 31 Cronograma de implementación.....	103
Tabla 32 Presupuesto de implementación de la solución	103
Tabla 33 Análisis y resultados de indicadores propuestos.....	112
Tabla 34 VAN, TIR y COK del proyecto	113
Tabla 35 Cuadro de riesgos.....	114
Tabla 36 Acciones mitigadoras.....	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Importación de Bienes de consumo.....	11
Figura 2 Cuadro de holguras.....	15
Figura 3 Ejemplo de estructura de un DOP	19
Figura 4 Símbolos utilizados en el Diagrama Bimanual	20
Figura 5 Therbligs.....	21
Figura 6 Plantilla Diagrama Bimanual	22
Figura 7 Dimensiones recomendadas para la superficie de trabajo	24
Figura 8 Áreas de trabajo normales	25
Figura 9 Medidas para ciertas posturas.....	25
Figura 10 Ejemplo de una plantilla para registro de indicadores.....	29
Figura 11 Ejemplo de aplicación de la técnica del semáforo en los indicadores.....	30
Figura 12 Matriz impacto vs ocurrencia	31
Figura 13 Ejemplo de Árbol de Problemas.....	32
Figura 14 Organigrama de la empresa.....	33
Figura 15 Procesos de la empresa.....	34
Figura 16 Porcentaje de la demanda anual por proceso.....	34
Figura 17 Flujograma de Proceso de reacondicionado	36
Figura 18 Aplicación del coeficiente de Kendall para determinar el problema relevante.....	38
Figura 19 Selección del problema utilizando el coeficiente	39
Figura 20 Árbol de problemas	40
Figura 21 Horas de reprocesos anuales del Estuchado y Etiquetado.....	41
Figura 22 Colocado de inserto en el estuche	42
Figura 23 Colocado de estuche en bandeja de producto terminado.....	42
Figura 24 Tabla General Electric.....	43
Figura 25 Factores que generan reprocesos en el proceso de Estuchado	43
Figura 26 Porcentaje de la demanda anual del Estuchado	44
Figura 27 Disposición del lugar de trabajo para el proceso de Estuchado	45
Figura 28 Rollo de etiquetas	46
Figura 29 Pegado de etiqueta.....	46

Figura 30 Fotografía de una etiqueta mal colocada	47
Figura 31 Factores que generan reprocesos en el proceso de Etiquetado.....	47
Figura 32 Porcentaje de la demanda anual del proceso de Etiquetado	48
Figura 33 Distribución del lugar de trabajo del proceso de Etiquetado.....	49
Figura 34 Utilidad netal anual de la empresa.....	50
Figura 35 Costo anual por reprocesos.....	50
Figura 36 Porcentaje de ingreso anual por reproceso	51
Figura 37 Ingresos anuales para el proceso de Etiquetado	51
Figura 38 Ingresos anuales para el proceso de Estuchado	52
Figura 39 Diagrama de Operaciones del proceso actual de Estuchado	58
Figura 40 Diagrama bimanual del proceso de estuchado	62
Figura 41 Diagrama de operaciones propuesto para Estuchado	67
Figura 42 Diagrama de operaciones del proceso actual de Etiquetado	71
Figura 44 Diagrama de operaciones del proceso propuesto de Etiquetado	77
Figura 45 Actividades propuestas para proceso de Estuchado	78
Figura 46 Plano del tablero propuesto	79
Figura 47 Diseño de la división del tablero	79
Figura 48 Tablero propuesto para el proceso de Estuchado	80
Figura 49 Mesa de trabajo propuesta.....	81
Figura 50 Modelo de banco propuesta para proceso de Estuchado	82
Figura 51 Canastilla para estuches.....	83
Figura 52 Canastilla para los insertos	83
Figura 53 Canastilla para productos farmacéuticos	83
Figura 54 Canastilla para productos terminados.....	84
Figura 56 Perfil de un empleado para proceso de Estuchado	85
Figura 57 Ficha técnica del indicador para medir la eficiencia del trabajador en Estuchado.....	86
Figura 58 Actividades propuestas del proceso de Etiquetado	87
Figura 59 Diseño de porta rollo propuesto	88
Figura 60 Mesa de trabajo propuesta	89
Figura 61 Modelo de banco propuesta para proceso de Estuchado	90
Figura 62 Canastilla para productos farmacéuticos	91

Figura 63 Diseño de puesto del proceso de Etiquetado	92
Figura 64 Perfil del puesto para realizar Etiquetado.....	93
Figura 65 Ficha técnica del indicador para medir la eficiencia del trabajador en el Etiquetado .	94
Figura 66 Ficha técnica del indicador propuesto para la toma de tiempos en el Estuchado.....	97
Figura 67 Ficha técnica del indicador propuesto para la toma de tiempos en el Etiquetado	98
Figura 68 Ficha técnica del indicador de órdenes de trabajo procesados sin fallas en el Estuchado	99
Figura 69 Ficha técnica del indicador de productos procesados sin errores en el Estuchado ...	100
Figura 70 Ficha técnica del indicador de órdenes de trabajo procesados sin fallas en el Etiquetado	101
Figura 71 Ficha técnica del indicador de productos procesados sin errores en el Etiquetado..	102
Figura 72 Simulación del proceso de Etiquetado propuesto.....	106
Figura 73 Simulación de la actividad 1 del Etiquetado: Identificar y posicionar	106
Figura 74 Simulación de Actividad 2 del Etiquetado: Pegar y presionar	107
Figura 75 Simulación de la actividad 3 del Etiquetado: Colocar en bandeja de PT	107
Figura 76 Resultados obtenidos de la simulación del proceso de Etiquetado.	108
Figura 77 Simulación del proceso de Estuchado	108
Figura 78 Simulación de la actividad 1 y 2 del Estuchado: Colocar el producto en la mesa y colocar inserto	109
Figura 79 Simulación de la actividad 3 del Estuchado: Colocar producto en el tablero	109
Figura 80 Actividad 4 y 5 del Estuchado: Colocar producto en estuche y en bandeja de Producto Terminado	110
Figura 81 Resultados obtenidos en la simulación del proceso de Estuchado	110
Figura 82 Resultados de la simulación proceso de Estuchado	111
Figura 83 Gráfico de tiempo para el proceso de Estuchado	111
Figura 84 Flujo de caja para los próximos doce meses	113
Figura 85 Gráfico impacto vs probabilidad	115

INTRODUCCIÓN

La estandarización de los procesos es una gran ventaja competitiva para las organizaciones, ya que ayuda a desarrollar la habilidad para agregar valor, garantizando que los procesos sean efectuados de manera uniforme por todos los involucrados, para asegurar la calidad de los productos y servicios con bajos costos. Hoy en día, la estandarización de los procesos es aplicada en diferentes tipos de empresas, especialmente para aquellas que tenga como objetivo la optimización del trabajo, con la finalidad de aumentar la eficiencia de la operación, y la productividad de la empresa.

Una de las partes fundamentales de las empresas es el personal, por ende, es que en una empresa de servicios un punto clave es la parte operativa. Es por ello, que la falta de estandarización y control en esta área, origina que no se cuente con una imagen real del tiempo que demanda un proceso determinado, lo cual genera trabajos con sobre costos llevando a la reducción de la productividad y rentabilidad.

El presente proyecto de investigación analiza los problemas que suceden en una empresa que brinda el servicio de reacondicionado de productos farmacéuticos, enfocándose específicamente en el área de operaciones, haciendo uso de herramientas de ingeniería industrial. En el primer capítulo, se realiza la descripción del método y herramientas, así como el estado de arte. En el segundo capítulo, se analiza la situación actual de la empresa, y con ello se realiza el diagnóstico del problema. En el tercer capítulo, se muestra el desarrollo de la propuesta de solución. En el cuarto capítulo, se realiza la validación de la propuesta y el análisis de los impactos del proyecto. Finalmente, se exponen las conclusiones obtenidas y las recomendaciones para mejorar la situación actual de la empresa analizada.

Capítulo 1 : Marco Referencial

En este capítulo se analizará el contexto general del rubro al cual pertenece la empresa y se señalarán las herramientas que serán utilizadas en el desarrollo del proyecto de investigación. Se procederá a detallar y explicar cada una de estas herramientas.

1.1 Marco teórico

Los establecimientos como las droguerías, pertenecientes a la industria farmacéutica, se encargan de la exportación, importación y comercialización de productos farmacéuticos, productos sanitarios y dispositivos médicos. Los productos o dispositivos importados normalmente vienen sin el registro sanitario, el cual, según lo que se establece en el Reglamento para el registro, control y vigilancia sanitaria de productos farmacéuticos, dispositivos médicos y productos sanitarios, debe estar correctamente colocado en el envase del producto para su comercialización, por lo que se le debe añadir al rotulado junto a la información correspondiente en español por medio de una impresión clara y comprensible. Sin embargo, las droguerías no se encuentran autorizadas para realizar estos procesos.

A partir de ello, nacen en nuestro país establecimientos farmacéuticos dedicados al servicio de reacondicionado de productos farmacéuticos, dispositivos médicos y productos sanitarios. El reacondicionado consiste en un conjunto de procesos manuales y/o automatizados realizados a un producto terminado nacional o importado, que pueden ser cambios de envases, añadir información en el envase mediato o inmediato, de manera que cuente con la información

solicitada, y la inclusión o cambio de inserto.¹ Para la información añadida por impresión, conocido como proceso Ink Jet, sólo se permite colocar:²

- Datos del importador
- Registro Sanitario
- Nombre del director técnico
- Nombre de la empresa que reacondiciona

En el caso de la información incorporada por medio de stickers, conocido como proceso de etiquetado, se permite colocar:

- Datos del importador
- Nombre del Director Técnico

La entidad reguladora para este tipo de establecimientos es la Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas (DIGEMID), quien se encarga de verificar que se cumpla con las condiciones adecuadas para brindar el servicio y dar la autorización sanitaria de funcionamiento, ya que se manipulan productos farmacéuticos.

En el Perú existen pocas empresas que realizan este servicio, algunas de ellas no solo realizan reacondicionado de productos farmacéuticos, productos sanitarios y dispositivos médicos, sino también fabrican, acondicionan y almacenan este tipo de productos. Entre las empresas que efectúan el servicio de reacondicionado se encuentran Albis Farma, Laboratorio Farma, Laboratorios Qib, Propack, Vartini packing, All Pack S.A.C, entre otros.

¹ Cfr. DIGEMID 2017

² Cfr. DIGEMID 2017

La industria farmacéutica a nivel mundial se encuentra liderada por Estados Unidos, Japón y Alemania, según el reporte de Euler Hermes Economic Research. En el año 2015, China tuvo una participación del 14%, en el total exportado, la de Estados Unidos fue 9.2%, y la de Alemania fue 8.1%.³

En Latinoamérica, la industria farmacéutica se encuentra en crecimiento constante, por lo que según la Global Health Intelligence, este rubro crece en un 9.3% al año.⁴ Este crecimiento se ve influenciado por factores como el incremento de acuerdos comerciales con Estados Unidos y países europeos, las altas inversiones extranjeras y la reforma del marco normativo.

En el Perú, la industria farmacéutica, la cual genera un PBI anual de S/ 918 millones de nuevos soles⁵, en los últimos años, el dinamismo del consumo interno ha originado un crecimiento de 5.1% en promedio al año⁶, en la cantidad de empresas pertenecientes a este rubro. En nuestro país, la cantidad de importaciones es superior a la de exportaciones, tal como en el 2015, donde el monto de importaciones fue de US\$ 871 millones a diferencia de los US\$ 49 millones que se alcanzaron con las exportaciones.⁷ En el 2016, las importaciones de productos farmacéuticos tuvieron un crecimiento de 10.8%⁸ para el mes de setiembre. En julio del 2017, las importaciones de bienes de consumo fueron de US\$ 798 millones, un 15.6% más en relación al mismo mes del año anterior⁹, tal como se muestra en la figura 1.

³ Cfr. SNI 2016

⁴ Cfr. Global Health Intelligence 2017

⁵ Cfr. INEI 2017

⁶ Cfr. PRODUCE 2017

⁷ Cfr. SNI 2016

⁸ Cfr. SUNAT 2016

⁹ Cfr. SUNAT 2017

IMPORTACIONES PARA EL CONSUMO SEGÚN CUODE1/ (Millones de Dólares)						
	Julio			Enero-Julio		
	2016	2017	Var %	2016	2017	Var %
TOTAL	2 855	3 262	14,3	20 083	21 980	9,4
Bienes de Consumo	690	798	15,6	4 723	5 175	9,6
No Duradero	349	442	26,7	2 561	2 875	12,3
Duradero	342	356	4,2	2 162	2 300	6,4
Mat. Primas y Prod. Intermedios	1 297	1 412	8,9	8 702	10 300	18,4
Combustibles, Lubricantes y Conexos	346	376	8,5	2 092	2 910	39,1
Para la Agricultura	109	138	25,8	665	851	28,0
Para la Industria	841	898	6,8	5 946	6 540	10,0
Bs. de Capital y Mat. de Construcción	868	1 053	21,3	6 656	6 496	-2,4
Materiales de Construcción	91	114	25,4	743	702	-5,6
Para la Agricultura	11	12	4,9	89	88	-1,0
Para la Industria	565	661	17,0	4 378	4 211	-3,8
Equipos de Transporte	201	266	32,3	1 446	1 496	3,4
Diversos	0	0	-47,2	2	9	335,3

^{1/} Presentan cifras redondeadas.
Fuente: SUNAT

Figura 1. Importación de Bienes de consumo

Fuente: SUNAT

La importación de bienes de consumo no duradero tuvo un incremento del 26.7% en julio del 2017, en relación al mismo mes del año anterior. Dentro de este grupo, se encuentran los productos farmacéuticos cuya importación ascendió de US\$ 20.6 millones a US\$ 24.3 millones, en julio del 2017.¹⁰

1.2 Marco Normativo

Las normas legales bajo las cuales se rigen este tipo de establecimientos son:¹¹

- Ley N° 29459; Ley de los productos farmacéuticos, dispositivos médicos y productos sanitarios.

¹⁰ Cfr. SUNAT 2017

¹¹ Cfr. DIGEMID 2016

- Decreto Supremo N° 014-2011-SA; Reglamento de Establecimientos farmacéuticos.
- Decreto Supremo N° 002-2012-SA; Modificación del Reglamento de Establecimientos farmacéuticos.
- Decreto Supremo N° 033-2014-SA; Modificación del Reglamento de Establecimientos farmacéuticos.
- Decreto Supremo N° 016-2011-SA; Reglamento para el Registro control y vigilancia sanitaria de productos farmacéuticos; dispositivos médicos y productos sanitarios; y su modificación en el Decreto Supremo N° 001-2012-SA.
- Texto único de Procedimientos Administrativos (TUPA) del Ministerio de Salud y sus órganos.

1.3 Metodología para la solución:

El presente trabajo requiere un análisis adecuado, para ello se utilizará la metodología del Estudio de trabajo, la cual comprende el Estudio de Métodos y la medición de tiempos; así como otros métodos y técnicas que se describirán a continuación.

1.3.1 Estudio de Trabajo

La finalidad principal del estudio del trabajo es aumentar la productividad de la empresa racionalizando el trabajo, de manera que los tiempos improductivos se reduzcan o eliminen, por medio del diseño de procesos eficaces y puestos de trabajos que se adapten al operario, de forma

que aumente la calidad de su trabajo.¹² Para ello, comprende ciertas técnicas, como el estudio de métodos y la medición del trabajo.

1.3.1.1 Medición del trabajo

Tiene como objetivo determinar el tiempo en el que un trabajador calificado, aquel que se encuentra completamente capacitado y cuenta con los conocimientos necesarios para realizar las tareas según requerimientos del trabajo en consideración¹³, emplea para efectuar una tarea definida bajo un método establecido, a través de ciertas técnicas, entre ellas los sistemas de tiempos predeterminados.¹⁴

1.3.1.1.1 Sistemas de Tiempos Predeterminados

De acuerdo Agustín Cruelles (2012), el sistema de tiempos predeterminados es una técnica en la que se emplean tiempos previamente determinados para los movimientos humanos básicos, los cuales han sido clasificados de acuerdo a su naturaleza y a ciertas condiciones en las que se efectúan, con el objetivo de determinar el tiempo para realizar una tarea. Son principalmente útiles para ciclos repetitivos y cortos. Esta técnica presenta distintas ventajas como:

- La mejora de los métodos de trabajo.
- Modificar el diseño de puestos de trabajo.
- Ahorrar horas de trabajo al establecer los tiempos de algunas operaciones.

¹² Cfr. El ergonomista 2010

¹³ Cfr. Niebel y Freivalds 2009:328

¹⁴ Cfr. Cruelles 2012:489

Entre los sistemas de tiempos predeterminados destaca la de los Métodos de Medición de Tiempo (MTM), el cual estudia cualquier operación manual, donde se tienen cuantificados en tablas los tiempos de ejecución de las actividades basándose sólo en los gestos y ciertas características sin realizar toma de tiempo. Este sistema cuenta con tiempos para movimientos básicos como alcanzar, agarrar, mover, girar, posicionar y dejar.¹⁵ El Sistema MTM está conformado por varios subsistemas: MTM-1, el cual se utilizará en el presente trabajo, MTM-2, MTM-3, entre otros.

Esta técnica, se puede realizar por observación de los movimientos de los operarios para llevar a cabo una determinada tarea o por visualización mental de los movimientos para efectuar la tarea con un método diferente. Para aplicarla se determinan todos los movimientos de ambas manos que se necesiten para efectuar la tarea de forma adecuada. Luego, se establecen los tiempos para cada movimiento según las tablas. Es importante contemplar un operario capacitado que tenga los conocimientos adecuados del tema y del proceso. Para ello, es viable seleccionar un trabajador promedio o ligeramente por arriba del promedio, con el fin de obtener un estudio más satisfactorio y aplicar de un factor de desempeño adecuado.¹⁶

Los valores de la tabla MTM-1, resultan del análisis detallado de varias filmaciones en diferentes áreas de trabajo. Estos contienen la calificación por desempeño, mediante el método de Westinghouse¹⁷, pero no incluyen las holguras, por ello para calcular el tiempo estándar, se deben agregar las holguras según sea el caso. Las holguras se dividen en constantes, por fatiga variable y las especiales. Las holguras constantes están conformadas por las necesidades

¹⁵ Cfr. Cruelles 2012:498

¹⁶ Cfr. Niebel y Freivalds 2009:334

¹⁷ Cfr. Niebel y Freivalds 2009:405

personales, las cuales incluyen los viajes para ir al sanitario y tomar agua; y por la fatiga básica, la cual toma en cuenta la energía que un operario gasta para efectuar el trabajo y atenuar la monotonía. La holgura por fatiga variable incluye factores como la naturaleza del trabajo, conformada por la postura, el esfuerzo muscular y el tedio; y las condiciones del trabajo, como el ruido, el calor y la humedad. Las holguras especiales están conformadas por las demoras evitables, para las cuales no se aplican holguras ya que implican detenciones en el trabajo sin motivo; y las demoras inevitables, que se producen como resultado de las irregularidades en el material, y también por las interrupciones del despachador, supervisor, entre otros.¹⁸

Niebel y Freivalds (2009) proponen algunas guías para determinar holguras, las cuales se muestran en la figura 2. Entre las holguras más utilizadas se encuentran 5% para Necesidades Personales y 4% para Fatiga Básica y algún valor adicional para la fatiga variable.

¹⁸ Cfr. Niebel y Freivalds 2009:367-378

Holguras constantes	
Necesidades personales	5
Fatiga básica	4
Holguras de descanso variables	
Holguras por postura	
Parado	2
Incómodo (fexionado, acostado, en cuclillas)	10
Niveles de iluminación	
Un nivel (una subcategoría de IES) abajo de lo recomendado	1
Dos niveles abajo de lo recomendado	3
Tres niveles (categoría IES completa) abajo de lo recomendado	5
Esfuerzo visual (atención estrecha)	
Trabajo fino	2
Trabajo muy fino	5
Esfuerzo mental	
Primera hora	2
Segunda hora	4
Cada hora sucesiva	+ 2
Monotonía	
Primera hora	2
Segunda hora	4
Cada hora sucesiva	+ 2
Uso de fuerza o energía muscular	
Levantamiento poco frecuente, sostenimiento estático extendido (<1 levantamiento cada 5 min)	$HD = 1\,800 \times (t/T)^{1.4} \times (f/F - 0.15)^{0.5}$, donde $T = 1.2/(f/F - 0.15)^{0.618} - 1.21$
Levantamientos frecuentes (>1 levantamiento cada 5 minutos)	Levantamientos frecuentes (>1 levantamiento cada 5 minutos)
Actividades de todo el cuerpo	$HD = (\Delta FC/40 - 1) \times 100$ o $HD = (\Delta W/4 - 1) \times 100$
Condiciones atmosféricas	$HD = \exp(-41.5 + 0.0161W + 0.497TGBH)$
Nivel de ruido	$A = 100 \times (D - 1)$, donde $D = C_1/T_1 + C_2/T_2 + \dots$
Repetitividad (tedio)	Usar análisis de riesgo de CTD y mantener índice
Estándar no establecido aún	de riesgo < 1.0

Figura 2 Cuadro de holguras

Fuente: Niebel y Freivalds

Una vez asignadas las holguras, se adicionan a los tiempos de las tablas, los cuales son Tiempos Normales, para obtener un Tiempo Estándar (TE) de trabajo, el cual se puede definir como el

tiempo necesario para que un operario calificado y capacitado, que efectúa un esfuerzo promedio, lleve a cabo la operación. Para ello se utiliza la fórmula del tiempo estándar:¹⁹

$$TE = TN \times (1 + \text{holgura})$$

Donde:

TE Tiempo estándar

TN: Tiempo normal de trabajo

Establecer estándares de tiempo para una tarea, considerando los suplementos por fatiga y retrasos personales, da la posibilidad de incrementar la eficiencia de los operarios y maquinaria, disminuyendo tiempos muertos y facilitando las herramientas al operario, lo que conlleva al incremento de la productividad de una empresa. En la sección Anexos se muestran las tablas MTM-1 que se utilizarán en el presente trabajo.

Hoy en día, la estandarización de los procesos se utiliza en diferentes tipos de empresas, particularmente para aquellas que tenga como objetivo la optimización del trabajo y el flujo de los trabajadores, de manera que aumente la eficiencia de la actividad, como en el caso del trabajo de grado titulado “Estandarización de procesos de fabricación en el área de montaje de la empresa de calzado Wonderland” publicado en el 2015, donde se analizaron los métodos de trabajo así como los tiempos de cada operación y obteniendo como resultados la reducción de distancias, ahorro de tiempos y el incremento de su eficiencia en un 88%.²⁰

¹⁹ Cfr. Niebel y Freivalds 2009:343-344

²⁰ Cfr. Ronquillo 2015

1.3.1.2 Estudio de Métodos

El estudio de métodos analiza las formas de efectuar una tarea con el propósito de obtener y emplear métodos sencillos y eficientes para la reducción de costos. Abarca el diseño, la creación y la selección de un mejor método de trabajo, al cual se le establece un tiempo estándar para efectuar el trabajo. Entre los principales objetivos se encuentra el disminuir el tiempo que se emplea para efectuar una tarea; aumentar la calidad de los productos y servicios; minimizar costos; y acrecentar la salud y bienestar de los trabajadores.

Utiliza un procedimiento que comprende determinar el problema; luego, repartir el trabajo en operaciones; estudiar cada operación para definir métodos y procedimientos más económicos, en el cual se empleen los tiempos adecuados; y dar seguimiento al proceso para certificar que el método propuesto se realice.²¹

El estudio de métodos comprende ciertas técnicas y herramientas que serán descritos a continuación.

1.3.1.2.1 Estudio de movimientos

El estudio de movimientos comprende el análisis al detalle de cada movimiento corporal que se lleva a cabo al efectuar una actividad, con la finalidad de reducir o eliminar aquellos movimientos que son ineficientes. Ello hace referencia a la definición del autor Agustín Cruelles, quien dice lo siguiente:

“(...) el estudio de los movimientos del cuerpo humano que se utilizan para realizar una tarea, con el objeto de mejorar esta, eliminando los movimientos innecesarios y

²¹ Cfr. Niebel y Freivalds 2009:3-5

simplificando los necesarios, estableciendo luego la secuencia o sucesión de movimientos más favorables para lograr una eficiencia máxima.”(Cruelles 2012: 240-241).

El uso de esta técnica, la cual se puede aplicar en talleres, plantas u oficinas, favorece a la disminución de la fatiga en los trabajadores, en especial aquellos que realizan trabajos manuales, a la capacitación e instrucción de los operarios sobre el método de trabajo más adecuado para realizar una actividad y al aumento del índice de producción. Está relacionado con el empleo del cuerpo humano, la distribución del ambiente físico donde se realiza el trabajo y el modelo de las máquinas y herramientas que se utilicen en el proceso de trabajo.²²

El estudio de movimientos contiene a las investigaciones y observaciones que se realizan como un sencillo análisis visual y a los que emplean equipos costosos como videocámaras.²³ Sin embargo, este último, conocido como estudios de micromoción, se realiza normalmente sólo para estudiar aquellas tareas altamente activas y que conllevan un gran nivel de repetitividad.

1.3.1.2.2 Diagrama de Operaciones (DOP)

El Diagrama de Operaciones (DOP) es una herramienta que permite el registro y la representación gráfica y simbólica de la secuencia de todas las operaciones e inspecciones del proceso. Ayuda a visualizar el método actual, de manera que se pueda determinar mejorar el procedimiento. En la tabla 1, se muestran los símbolos que son utilizados en el Diagrama de Operaciones.

²² Cfr. Cruelles 2012: 241

²³ Cfr. Niebel y Freivalds 2009:116

Tabla 1 Simbología de tipo de operaciones

Símbolo	Concepto	Definición
	Operación	Se produce o se realiza algo
	Inspección	Verifica la característica del producto o servicio
	Combinada	Cuando una operación e inspección se realiza en forma simultánea

Fuente: Niebel y Freivalds

En la construcción de un DOP, las líneas verticales se utilizan para señalar el flujo general del proceso conforme se efectúa la operación, y las líneas horizontales que ingresan al flujo vertical indican los materiales. Los materiales extraídos se simbolizan a través de líneas horizontales de materiales ubicados a la derecha del flujo vertical, y los materiales de ensamblado a través de líneas horizontales ubicadas a la izquierda del flujo vertical. El DOP se realiza de forma que las líneas verticales y horizontales no se crucen, pero en el caso de ser necesario el cruce, se traza en la línea horizontal en el punto donde se une con la línea vertical un semicírculo. Los tiempos, estimados o reales, pueden establecerse a cada operación o inspección. En la figura 3, se muestra un ejemplo con la estructura de un DOP.

Figura 3 Ejemplo de estructura de un DOP

Fuente: Ingeniería Industrial

En un DOP, cada una de las actividades debe llevar una numeración, la cual se realiza en el orden conforme aparecen las actividades.

1.3.1.2.3 Diagrama de proceso Bimanual

Es una herramienta del Estudio de Movimientos, en el cual se indican la secuencia de movimientos de las manos del operario así como la relación entre ambas al realizar una tarea. Es favorable para operaciones repetitivas y con tiempos cortos, ya que ayuda a determinar los movimientos ineficientes y las pérdidas de tiempo, lo que facilita la modificación o mejora de un

método para obtener una operación equilibrada y disminuir la fatiga del operario. En la figura 4, se muestran los símbolos que se emplean para representar las operaciones.

Significado de los símbolos utilizados en el Diagrama Bimanual
Operación	Se emplea para los actos de asir, sujetar, utilizar, etc., una herramienta, pieza o material.
Transporte	Se emplea para representar el movimiento de la (o extremidades) hasta el trabajo, herramienta o material o desde uno de ellos.
Espera	Se emplea para indicar el tiempo en que la mano o extremidad no trabaja (aunque quizá trabajen las otras).
Sostenimiento	Se utiliza para indicar el acto de sostener alguna pieza, herramienta o material con la mano cuya actividad se está consignando.

Figura 4 Símbolos utilizados en el Diagrama Bimanual

Fuente: Ingeniería Industrial

Para la elaboración del diagrama bimanual se utilizan los Therbligs, movimientos elementales que efectúa un operario al realizar una tarea, los cuales se muestran en la figura 5.

Therbligs en español	
Nombre	Abreviatura
Buscar	B
Seleccionar	SE
Tomar o asir	T
Alcanzar	AL
Mover	M
Sostener	SO
Soltar	SL
Colocar en posición	P
Precolocar en posición	PP
Inspeccionar	I
Ensamblar	E
Desensamblar	DE
Usar	U
Demora o retraso inevitable	DI
Demora o retraso evitable	DEv
Planear	PL
Descansar para contrarrestar la fatiga	DES

Figura 5 Therbligs

Fuente: Ingeniería Industrial

En la figura 6, se muestra una plantilla para construir el Diagrama Bimanual.

“La ergonomía es el conjunto de conocimientos de carácter multidisciplinar aplicados para la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las necesidades, limitaciones y características de sus usuarios, optimizando la eficacia, seguridad y bienestar” (Cruelles 2012:426).

Es por ello que se considera que la ergonomía es una de las mejoras principales que se pueden realizar, ya que con ello se logra que el trabajo físico se vuelva más cómodo para el operario y a la vez más seguro, y como se dijo con ello se logra que la productividad se incremente.

La ergonomía tiene como finalidad principal el diseño de los puestos de trabajo tomando en consideración las capacidades y limitaciones de los trabajadores principalmente, así como de las tecnológicas y de los procesos, de manera que la ejecución de trabajo se realice de manera cómoda. Entre sus objetivos importantes se encuentran:²⁴

- Adecuar el puesto de trabajo y las condiciones de este al operario.
- Identificar los riesgos laborales.
- Reducir accidentes y enfermedades ocupacionales.
- Motivar al trabajador.
- Disminución de absentismo.

Aplicar la ergonomía en el lugar de trabajo trae varios beneficios como:²⁵

- Optimización de los métodos de trabajo.
- Optimización de los tiempos de fabricación.

²⁴ Cfr. Cruelles 2012:426

²⁵ Cfr. Cruelles 2012:428

- Incremento en la calidad del producto.
- Reducción en costos de operación.
- Incremento en la calidad del nivel del trabajo.
- Reducción del estrés.
- Mejora en la ejecución de actividades con movimientos repetitivos.

La ergonomía está relacionada con dos factores: ergonómicos y humanos. El factor ergonómico está relacionado con los aspectos físicos del trabajo tales como el diseño del lugar, diseño del equipo y el medio ambiente, el cual está relacionado con los agentes físicos como el ruido, iluminación, temperatura, entre otros. Por otro lado, el factor humano, el cual está relacionado la motivación, habilidad mental y experiencia.²⁶ También se debe tener en cuenta los atributos de trabajador como la estatura y contextura.²⁷ De acuerdo con los estudios realizados por investigadores de Harvard, la altura promedio de las mujeres peruanas es 153 cm y la de los hombres es 165 cm.²⁸

La universidad tecnológica de la ciudad de Juárez en el año 2014 publicó un artículo titulado “Diseño de estación de trabajo para una operación manual”. En dicho artículo, se describe el proceso que se realizó para el diseño de una estación de trabajo manual para la empresa Plexus Electrónica, para disminuir los niveles de fatiga que presentaban los operarios por las actividades repetitivas y con ello aumentar la eficiencia de dicho trabajo manual. Ello tuvo un resultado importante para la empresa, porque logró reducir la ceguera de taller, y consiguió que se notara

²⁶ Cfr. Cruelles 2012:444

²⁷ Cfr. Niebel y Freivalds 2009:183

²⁸ Cfr. Vital 2018

que varias estaciones de trabajo presentan diseños que se pueden corregir, y pueden servir como referencia para el implemento de proyectos de mejoramiento continuo, con la finalidad de aumentar la productividad de la empresa.²⁹

Para el diseño del lugar de trabajo se debe tener en cuenta ciertos detalles importantes como la altura de la superficie de trabajo, la cual debe ser adecuada para el tipo de tarea que se realiza. Para un trabajo ligero, ya sea que el operario esté parado o sentado, la altura de descanso del codo es la adecuada. En el caso de que la tarea incluya levantar piezas pesadas entonces debe de ser más baja; si requiere la percepción de detalle entonces conviene aumentarla, con el fin de aproximarla a los ojos. En la figura 7 se muestran las alturas recomendadas de una superficie de trabajo según la tarea efectuada.

Figura 7 Dimensiones recomendadas para la superficie de trabajo

Fuente: Ingeniería de Métodos - UPC

Otro aspecto importante con el que debería contar una estación de trabajo fija son los asientos, ya que ayuda a disminuir el consumo de energía. La silla, es recomendable que esté ligeramente acolchonada cuente con un forro y un ligero contorno, así como sería deseable que tenga altura

²⁹ Cfr. Luna, Pérez, Carrisales y Pérez 2014

ajustable. Estar mucho tiempo sentado, puede ocasionar fatiga muscular y calambres, por la rigidez de la postura. Para ello, otra opción es el de utilizar bancos, con los cuales los operarios puedan sentarse o pararse de manera que se pueda cambiar de postura. Es recomendable que tenga una base grande que equilibre y evite que el banco se pare en una pata.

La ubicación de las herramientas y materiales en la estación de trabajo deben estar ubicadas dentro de una área determinada de manera que se minimicen las distancias, tiempo y esfuerzo. En la figura 8, se muestran las áreas normales de trabajo.

Figura 8 Áreas de trabajo normales

Fuente: Ingeniería de Métodos - UPC

En la figura 9, se muestran los gráficos con las dimensiones de dos posturas relevantes, de una persona que mide aproximadamente 1.58m, para el diseño del lugar de trabajo.

Figura 9 Medidas para ciertas posturas

Fuente: Ingeniería de métodos - UPC

Ubicar los componentes en un lugar fijo, disminuye el trabajo de buscar y seleccionar los objetos que se requieren para efectuar una tarea. Una óptima disposición depende de la tarea que se va a realizar, para ello se debe determinar prioridades en cuanto a la distribución del lugar. En primer lugar, se deben ordenar los componentes según la frecuencia de uso o importancia, en un lugar en el que se pueda acceder fácilmente. Luego, se organizan según la funcionalidad, es decir se agrupan por función similar y secuencia de uso.

Por otro lado, el ambiente de trabajo debe comprender aspectos como una buena visibilidad, la cual puede estar relacionada a la iluminación o al ángulo de visión; el ruido, el cual puede afectar las capacidades auditivas, al estar expuestos a largos periodos de ruido estruendoso; y la temperatura, en la que se considera como zona de confort térmica un rango aproximado de 18 a 26 °C para una jornada de 8 horas en un trabajo sedentario o ligero³⁰.

³⁰ Cfr. Niebel y Freivalds 2009:198

En general, un lugar de trabajo flexible para la mayoría de trabajadores, además del aumento de la producción ayuda a incrementar la satisfacción del operario lo que conlleva a reducir el ausentismo y la rotación del personal.

1.3.2 Método Delphi

Es un método utilizado para obtener información, que consiste en captar a un grupo de expertos en un área, con el objetivo de conseguir el juicio y la opinión de consenso más fiable del grupo.³¹

Una vez que se obtiene la opinión de los expertos, la cual se puede realizar en varias rondas si fuera el caso o necesario, se recogen los resultados y se analizan y cuantifican.³²

El método Delphi permite a los expertos involucrarse con el problema y garantiza la misma participación de todos logrando encontrar un criterio con un gran nivel de objetividad y confiabilidad.

Asimismo, este método es una estrategia flexible que permite proceder con autonomía y que se puede aplicar a distintos entornos, así como adecuar a los objetivos de la investigación que se requiere realizar, aportando información de gran importancia y muy valiosa para una empresa.

1.3.3 Coeficiente de Kendall

El Coeficiente de Concordancia de Kendall (W) permite determinar un valor que ayuda a precisar el nivel de concordancia entre varias jueces o expertos. Este valor se encuentra entre 0, que significa desacuerdo total, y 1, que significa concordancia total.³³

³¹ Cfr. REIRE 2016:88

³² Cfr. Revistadigital 2016

³³ Cfr. EcuRed 2018

Se calcula utilizando las siguientes fórmulas³⁴:

$$W = \frac{12 \times \sum \Delta i^2}{m^2 \times (K^3 - K)}$$

$$\Delta i = \sum A_{ij} - T$$

$$T = \frac{1}{K} \times \sum \left(\sum A_{ij} \right)$$

$$Ponderación = \frac{\sum A_{ij}}{\sum (\sum A_{ij})}$$

Donde:

W = Coeficiente de constancia de Kendall. Si $W \geq 0,5$ se puede concluir que los expertos concuerdan y se considera la información confiable.

A_{ij} = Juicio de la importancia dado por los expertos de la fila (i) y los criterios de la columna (j)

T = Factor de comparación (valor medio de los rangos)

m = Cantidad de expertos

K = Cantidad de criterios

Para determinar cuáles son los factores críticos o con mayor relevancia, se debe tener en cuenta que la sumatoria debe ser menor que el valor de “T”³⁵.

1.3.4 Indicadores

Los indicadores son herramientas que permiten registrar y ayuda a medir el nivel de cumplimiento de un determinado objetivo o actividad.³⁶ Pueden utilizarse para identificar problemas operativos, disminuir gastos e incrementar la eficiencia y para satisfacer y cumplir con las expectativas de los. Asimismo, deben elaborarse de forma correcta de tal manera que se

³⁴ Cfr. Medina 2009

³⁵ Cfr. Medina 2009: 228

³⁶ Cfr. DNP 2009:4

acomoden a la situación real que se desea medir, y tienen que ser precisos, verificables, relevantes. Existen tres tipos de indicadores:³⁷

- Gestión: mide los recursos utilizados, así como las acciones, procesos y operaciones efectuados en la implementación.
- Producto: mide los bienes y servicios que han sido realizados a partir de una intervención específica, y se enfoca en los cambios producidos, los cuales son convenientes para el logro de lo establecido.
- Efecto: mide el impacto en los clientes a partir de entrega de los productos o servicios.

Para formular un indicador primero se determinan los objetivos cuya ejecución se desea verificar, luego se define el tipo de indicador, se redacta, se seleccionan los indicadores relevantes y se registra en una hoja de vida o plantilla. Para establecer objetivos muy claros que expresen lo que se desea lograr, se pueden definir ciertos componentes para la formulación y validación a partir de criterios empleados por la metodología para elegir objetivos SMART³⁸: Específico (Specific), Medible (Measurable), Realizable (Achievable), Real (Realistic), Limitado en tiempo (Time-Bound).

Una vez definidos los objetivos, se determina el tipo de indicador requerido, y se elabora una lista de indicadores y se eligen los más relevantes. Los indicadores que se seleccionen no deben cumplir obligatoriamente con todos los criterios mencionados, simplemente se utilizan como referencia para seleccionar o excluir indicadores. Es importante tener en cuenta que la cantidad de indicadores seleccionados no sea exagerada, ya que esto implica cargas adicionales para los trabajadores. Luego, se registra información correspondiente al indicador en un formato o

³⁷ Cfr. DNP 2009:13

³⁸ Cfr. DNP 2009:9-10

plantilla. En la figura 10 se muestra un ejemplo de plantilla que se utiliza para el registro de los indicadores.

	FICHA TECNICA DE INDICADOR	Código:
		Versión: 01
		Pág. 1 de 1
1. Nombre:		
2. Objetivo:		
3. Fórmula de Cálculo:		
4. Nivel de Referencia:		
5. Responsable de Gestión:		
6. Fuente de Información:		
7. Frecuencia de Medición:		
8. Frecuencia de Reporte:		
9. Responsable del Reporte:		
10. Usuarios:		
11. Observaciones:		
-		

Figura 10 Ejemplo de una plantilla para registro de indicadores

Fuente: Gestión por Procesos - UPC

Existen una serie de variables que incluyen los formatos como el nombre, una descripción breve de los datos que el indicador va a entregar, la unidad de medida, la fórmula matemática para el cálculo, la frecuencia en la que se levanta la información, la fecha en la que se creó el indicador, la meta que se espera alcanzar en un periodo determinado, como un rango determinado o un valor que se espera alcanzar; entre otros.

Para representar el cumplimiento de un indicador, existe la técnica del Semáforo, en el cual se usa una colorimetría para identificar los rangos y si el resultado obtenido se encuentra dentro de lo establecido³⁹. En la figura 11 muestra un ejemplo en donde se aplica esta técnica con los rangos establecidos.

Figura 11 Ejemplo de aplicación de la técnica del semáforo en los indicadores

Fuente: Universidad Industrial de Santander

El color rojo indica un nivel crítico, el amarillo indica un nivel preocupante, y el verde un nivel satisfactorio, el cual indica que se alcanzó el objetivo de dicho periodo.

1.3.5 Matriz de riesgo

Una matriz de riesgos es una herramienta de control y gestión que sirve para determinar los riesgos significativos relacionados a las actividades, tanto las rutinarias como las no rutinarias que se realizan en una empresa.⁴⁰ Además, se debe tener en cuenta los cambios en el ambiente laboral, la evaluación a los empleados así como aquellos aspectos que afecten al proceso. Una vez definidos los riesgos, se realiza un análisis cualitativo y cuantitativo de los mismos para determinar los que son de mayor importancia.

³⁹ Cfr. Universidad Industrial de Santander 2012

⁴⁰ Cfr. Isotoools 2015

La matriz debe ser sencilla, flexible y práctica, donde se indican los riesgos, la probabilidad e impacto. Se puede utilizar ciertos colores para los riesgos, como el verde, el cual indica un riesgo bajo; amarillo, indica riesgo medio; y rojo, que indica un riesgo alto. En la figura 12, se muestra una matriz resultante de la evaluación del impacto y la matriz de riesgo.

Impacto	Alto	Considerar	Planificar Respuesta	Planificar Respuesta
	Medio	Desatender pero monitorizar	Considerar	Planificar Respuesta
	Bajo	Desatender pero monitorizar	Desatender pero monitorizar	Considerar
		Baja	Media	Alta
		Probabilidad		

Figura 12 Matriz impacto vs ocurrencia

Fuente: Aníbal Goicochea

A partir de los riesgos detectados, se deben realizar acciones mitigadoras especialmente aquellas que tengan riesgo alto y medio.

1.3.6 Árbol de problemas

Es una herramienta que permite determinar las causas y efectos de un problema.⁴¹ El desglose de las causas y efectos permite una mejor comprensión y análisis del problema. Un árbol de problemas está conformado por:

⁴¹ Cfr. Ingenio Empresa 2016

- Las raíces, en las que se ubican las causas del problema
- El tronco, el cual se coloca el problema
- Las hojas, donde se ubican los efectos o consecuencias

Para elaborar un árbol de problemas primero se analiza la situación y se recolecta información. Luego, se determina el problema principal de la situación que se ha analizado, y posteriormente se identifican las causas y las consecuencias. En la figura 13 se muestra un ejemplo de un Árbol de Problemas.

Figura 13 Ejemplo de Árbol de Problemas

Fuente: Ingeniero Empresa

Capítulo 2 : Diagnóstico de la Situación Actual

En el presente capítulo se efectuará el análisis y la evaluación de la situación actual de una empresa que brinda el servicio de reacondicionado de productos farmacéuticos, para ello, se realizará un análisis de lo general a lo específico, el cual posteriormente se centrará en el área de operaciones, ya que es el área en el que se desarrollará el proyecto de investigación.

2.1 Descripción de la empresa

La empresa en estudio, All Pack S.A.C., se especializa en el servicio de reacondicionado de productos farmacéuticos. La empresa cuenta con personal que trabaja de manera permanente, así como personal contratado por días en función a la demanda. El horario de trabajo de la empresa es de lunes a sábados de 8am a 5pm.

Misión

“Brindar a nuestros clientes servicios con rapidez y calidad, satisfaciendo sus necesidades y brindándoles soluciones eficientes”

2.1.1 Organigrama

Figura 14 Organigrama de la empresa

Fuente: Información de la empresa

La empresa está conformada por un Director técnico, de profesión Químico farmacéutico, tal como se encuentra establecido en el DS N°O14-2011-SA, quien se encarga de verificar que el proceso de reacondicionado se realice correctamente, y cumpliendo con los requisitos técnicos sanitarios, desde la recepción del producto hasta la entrega al cliente.⁴² Los jefes de producción, Aseguramiento de la calidad y Control de calidad también son químicos farmacéuticos, de acuerdo a lo dispuesto. Además, cuenta con una asistente de administración, quien trabaja directamente para el gerente, sin embargo, en el organigrama de la figura 14, aparece bajo la supervisión del jefe operaciones y logística.

⁴² DIGEMID (2017)

La empresa cuenta con operarios en planilla y operarios por honorarios, a los que contrata según la cantidad de demanda. La cantidad de operarios en planilla que tiene la empresa actualmente son 5 personas, y la cantidad de personal contratado por honorarios va desde 5 hasta 12 personas.

2.1.2 Procesos de trabajo

La empresa cuenta con una serie de procesos de reacondicionado, manuales y automatizados, los cuales se muestran en la figura 15.

Figura 15 Procesos de la empresa

Fuente: Información de la empresa

De los procesos mencionados con los que cuenta la empresa, existen aquellos que tienen mayor demanda y se realizan con mucha frecuencia. En la figura 16, se muestra el porcentaje de la demanda anual por cada uno de los procesos.

Figura 16 Porcentaje de la demanda anual por proceso

Fuente: Información de la empresa

Entre los procesos con mayor cantidad de demanda se encuentran la impresión Ink Jet, Estuchado y Etiquetado de productos farmacéuticos. Algunos procesos han disminuido su demanda entre el año 2015 y 2016, como el proceso Ink Jet, sin embargo, continúa dentro de los que tienen mayor cantidad de pedidos. Esto debido al aumento de la demanda de otros procesos, como en el caso del Etiquetado y Estuchado. En la tabla 2, se muestran los valores de la demanda anual por proceso y total.

Tabla 2 Demanda anual

	2014	2015	2016
Ink jet	3042156	3561736	3917910
Etiquetado	1910801	2524594	2827545
Estuchado	1396720	2296724	2572331
Desestuchado	737996	747354	837036
Colocar inserto	737877	842624	817345

Encajado	179780	379780	368387
Armado de estuche	97177	82253	78963
Encogido de bolsas	221223	252233	302680
TOTAL	8323730	10687298	11722197

Fuente: Información de la empresa

En general, entre el 2014 y 2016, se ha producido un aumento en la demanda total anual. La empresa tiene un diagrama de flujo general con la secuencia del proceso de reacondicionado de productos farmacéuticos, el cual se muestra en la figura 17.

Figura 17 Flujograma de Proceso de reacondicionado

Fuente: Información de la empresa

En el proceso de reacondicionado, la inspección de los productos es realizada por la jefa de Control de Calidad, la cual se efectúa en 3 etapas:

- Control en Cuarentena, para aquellos productos que llegan a la empresa, antes de pasar a almacén para posteriormente ser reacondicionados.
- Control de producto en proceso.
- Finalmente se efectúa el control para los productos terminados. Este muestro se realiza según la tabla Military Standard Tabla II A (Inspección normal), a los productos terminados que se encuentran embalados. Se muestrea de acuerdo a ciertos atributos indicados por el cliente. Cuando el producto es conforme, se da la aprobación para que el producto se traslade al área de productos terminados en almacén. Si no es conforme, se informa al jefe de producción para realizar el reproceso del producto. Si no se pudiese realizar el reproceso, la jefa de control de calidad informa al jefe de operaciones y colocará el sello de rechazado, donde el producto será trasladado al área de rechazado en el almacén. El jefe de operaciones informará al cliente de lo sucedido.

2.1.3 Clientes

La empresa cuenta con varios clientes, dentro de ellos se encuentran reconocidas empresas, los cuales serán mencionados a continuación:

- Droguería 3M
- Farmaindustria
- Droguería Inversiones Milenium

- Droguería ST. Louis Import S.A.
- Droguería Medicas's Health Solution.
- Droguería Adlim S.A.C.

Droguería 3M y Farmaindustria son sus principales clientes, ya que son los que envían continuamente la mayor cantidad de productos.

2.2 Planteamiento del problema

De acuerdo a las investigaciones y entrevistas realizadas tanto al jefe de operaciones como a la jefa de producción y a la de calidad manifestaron que:

- Existen problemas con el control de los procesos de trabajo, así como la capacidad de trabajo cuando tienen una demanda elevada. Al tener una demanda variable, muchas veces no pueden determinar la cantidad de operarios necesarios, y tienen que contratar personal sin experiencia, por lo que generalmente para cumplir con un pedido a tiempo tienen que realizar horas extras, lo que genera un costo alto de mano de obra.
- Presenta alta rotación de personal sin políticas de capacitación
- Los parámetros de control de los procesos operativos no llevan un control adecuado, ya que cada operario trabaja como les parezca, y ello ocasiona que existan reprocesos en algunos procesos manuales.

Para determinar los problemas que presenta la empresa, así como para hallar al de mayor relevancia para esta, se utiliza el método de Delphi con el coeficiente de Kendall, para tener una mayor certeza sobre la relevancia de las apreciaciones. A los problemas mencionados se les ha

colocado una letra correspondiente, para realizar el cuadro con el cálculo correspondiente del coeficiente de Kendall, de la siguiente manera:

- Problema con el control de los procesos de trabajo y la capacidad de trabajo cuando ocurre una demanda elevada. (A)
- Deficiencia en el control de los parámetros de los procesos. (B)
- Alta rotación de personal sin políticas de capacitación. (C)

Una vez que los jefes han colocado los puntajes adecuados de acuerdo con sus apreciaciones, se realiza un consolidado de manera que se obtenga un enfoque más real del peso que se le da a cada proceso según su grado de importancia y relación con otros procesos. Asimismo, para tener certeza de si las apreciaciones respecto a esto son relevantes, se utiliza el coeficiente de Kendall. En la figura 18, se muestra que el coeficiente de Kendall (W) es 0.72, lo cual indica que la información es fiable, ya que es mayor a 0.5, por lo que se procede a determinar el problema con mayor relevancia.

Problema	EXPERTOS			Cálculos						Críticos
	E1	E2	E3	Sumatoria	T	i	i ²	W	Ponderación	
A	8	8	7	23	23	0	0	0.72	0.34	
B	8	6	6	20		-3	9		0.29	Seleccionado
C	8	8	9	25		2	4		0.37	
				68			13		1.00	

Figura 18 Aplicación del coeficiente de Kendall para determinar el problema relevante

Fuente: Elaboración propia

En la figura 19, se aprecia que la línea que divide la selección crítica, se encuentra en un valor del factor de comparación $T=23$, por lo que para seleccionar el problema crítico, se toma en

cuenta que la sumatoria sea menor al valor de “T”, es decir para el presente trabajo de investigación, será el problema B, que corresponde a los parámetros de control de los procesos operativos no llevan un control adecuado.

Figura 19 Selección del problema utilizando el coeficiente

Fuente: Elaboración propia

Una vez que se ha determinado el problema, se procede a hallar la causa que origina el problema, y los efectos que ocasionan en la empresa. Para ello utilizaremos la técnica del Árbol de problemas.

Figura 20 Árbol de problemas

Fuente: Elaboración propia

A partir de la figura 20, se determina que al no haber procesos estandarizados de los métodos de trabajo, los operarios efectúan sus actividades de acuerdo a la experiencia de la asistente o como más cómodo o fácil les parezca. Ello conlleva a que los parámetros de control de los procesos no lleven un control adecuado, ocasionando reprocesos que reducen la capacidad de trabajo y producen horas improductivas lo que suscita que la rentabilidad de la empresa se reduzca.

El porcentaje de reprocesos en función a su capacidad de trabajo, de acuerdo con la información brindada por la empresa, se muestra en la tabla 3.

Tabla 3 Porcentaje de reprocesos anuales

	2013	2014	2015	2016
Reprocesos (Horas)	1440	2688	3379	3717
Porcentaje de Reprocesos	10%	13%	14%	16%

Fuente: Información de la empresa

La cantidad de porcentajes por reprocesos en la empresa ha ido aumentando entre el 2013 y 2016, lo cual está relacionado con el aumento de la demanda. Efectuar reprocesos demora aproximadamente entre 1 a 1.5 horas, dependiendo de la cantidad del producto trabajado, generando costos por reprocesos. Los procesos en los que se evidencian estos reprocesos corresponden a los procesos de estuchado y etiquetado.

Figura 21 Horas de reprocesos anuales del Estuchado y Etiquetado

Fuente: Información de la empresa

Según los datos obtenidos de la empresa, mostrados en la figura 21, la cantidad de horas totales por reproceso se dividen entre los procesos de estuchado y etiquetado, en el que el primero evidencia una mayor cantidad horas por reprocesos anuales.

2.2.1 Estuchado

Este proceso consiste en colocar el producto en la cantidad adecuada y en el estuche correspondiente. A continuación, se explicará de manera detallada las actividades que se efectúan actualmente:

1. Se toma un estuche.
2. Se coloca el inserto correspondiente en el estuche.

Figura 22 Colocado de inserto en el estuche

Fuente: Información de la empresa

3. Se pone el producto en el estuche.
4. Se colocan los estuches en la bandeja de productos terminados.

Figura 23 Colocado de estuche en bandeja de producto terminado

Fuente: Información de la empresa

En este proceso, los errores ocurren generalmente en el punto 3, cuando no se coloca la cantidad apropiada de productos en los estuches, quedando sobrantes o faltantes, por lo que cada estuche o caja se tiene que abrir y contar la cantidad de productos que contiene y completar con el número correcto a las que le falte o les sobre.

Estos errores se producen, de acuerdo a lo manifestado y observado, por ciertos factores como la distracción, cansancio y falta de capacitación. Para determinar cuál de estos factores es el más importante y que produce la mayor cantidad de errores en este proceso, se realizaron una serie

observaciones a las operarias al efectuar la operación. Para determinar la cantidad de observaciones, se utilizó la tabla de General Electric, la cual se muestra en la figura 24.

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

Figura 24 Tabla General Electric

Fuente: Ingeniería de Métodos

La tabla General Electric contiene la cantidad de observaciones según el tiempo de la tarea, por lo que para el proceso de estuchado, de acuerdo al tiempo que dura este proceso 47 segundos aproximadamente (el cálculo del tiempo del procesos de estuchado se muestra en el capítulo 3), se realizaron 40 observaciones. En la figura 25 se muestran los resultados obtenidos a partir de las observaciones.

Figura 25 Factores que generan reprocesos en el proceso de Estuchado

Fuente: Información de la empresa

De acuerdo a las observaciones realizadas se tiene que la distracción y la falta de capacitación son los factores que generan la mayor cantidad de errores en el proceso de Estuchado.

La empresa reacondiciona una gran cantidad de productos para cada proceso, en el caso del Estuchado los productos que frecuentemente presentan los reprocesos son aquellos que cuentan con las siguientes características:

- Contenido:
 - 18 sobres con dimensiones de 5 x 6cm aproximadamente.
 - 30 sobres con dimensiones de 5 x 6cm aproximadamente.
- Estuche:
 - Caja de cartón con dimensiones de 10 x 3.5 x 6.5cm aproximadamente.

El porcentaje de la demanda de productos en el caso del Estuchado se presenta en la figura 26, en el cual se ha dividido los productos en dos grupos llamados Modelo y Otros. Entre los que pertenecen al primer grupo, se encuentran los productos que presentan reprocesos, los cuales

tienen las características similares mencionadas anteriormente. En el segundo grupo, se encuentran el resto de los productos, los cuales no presentan similitudes entre sí ni reprocesos.

Figura 26 Porcentaje de la demanda anual del Estuchado

Fuente: Elaboración propia

En la figura 26, se observa que en el grupo Modelo, en el año 2015, se ha incrementado el porcentaje de demanda en relación al 2014, y en el 2016 se ha mantenido constante. En el grupo Otros, en el 2015, el porcentaje de demanda disminuyó en relación al 2014, y en el 2016 se ha mantenido constante. En general, entre el 2014 y 2016, el grupo Modelo denota una mayor cantidad demanda que el grupo Otros.

Se realizó el análisis ergonómico de la situación actual del proceso de estuchado, el cual se describirá a continuación:

- Medio ambiente de trabajo: Con respecto a la temperatura del ambiente normalmente se encuentra a 21°C, a excepción de cuando se trabajan con algunos productos farmacéuticos que requieren de una menor temperatura la cual puede variar hasta 18° C. En cuanto al ruido, no existe mayor molestia por ello ya que la mayoría de procesos son manuales, y las únicas

máquinas que hay son la de los procesos Ink jet y encogido de bolsas, las cuales no presentan ruidos fuertes ni molestos a los operarios.

- Con respecto al lugar de trabajo para el proceso de Estuchado, el cual es manual, las operarias trabajan en mesas de acero, ya que manipulan productos farmacéuticos, y no utilizan sillas por lo que realizan el trabajo de pie. En cuanto a la disposición del área de trabajo se muestra en la figura 27, en la cual se ha tomado como base las áreas de trabajo normales ilustradas en la figura 8 en el capítulo 1.

Figura 27 Disposición del lugar de trabajo para el proceso de Estuchado

Fuente: Elaboración propia

Se observa que los insertos y los sobres, los cuales están regados en la mesa de trabajo, se encuentran ubicados entre el área de no trabajo y el de trabajo ocasional, ya que generalmente los colocan en el centro de la mesa de manera para que las operarias los tomen al realizar el proceso. Esto ocasiona que no exista la comodidad necesaria para las trabajadoras al tener los materiales en un área no que no es muy adecuada.

- Los principales factores de riesgo por lo que las operarias experimentan molestias son:

- La postura, ya que normalmente se mantiene una misma posición durante un tiempo prolongado, y al no haber una silla con la cual alternar, se genera una posición incómoda. Ello tiene como consecuencia molestias como dolor de cabeza, cuello y hombros así como trastornos cardiovasculares a largo plazo.
- Los movimientos repetitivos como alcanzar, coger, abrir, encajar pueden generar pequeñas lesiones en los dedos o en los músculos.

2.2.2 Etiquetado

Consiste en colocar una etiqueta, la cual contiene el registro sanitario, datos del importador y otras especificaciones que se encuentren dentro de lo que dispone la entidad reguladora, a un producto farmacéutico de acuerdo con las disposiciones del cliente. A continuación, se describirán las actividades que se efectúan actualmente en dicho proceso:

1. Se despega la etiqueta del rollo.

Figura 28 Rollo de etiquetas

Fuente: Fotografía de la empresa

2. Se toma un producto y se pega la etiqueta en el lugar designado y se presiona, de manera que se adhiera completamente. En la figura 29, se puede ver la forma en la que realizan el proceso las operarias de la empresa.

Figura 29 Pegado de etiqueta

Fuente: Fotografía de la empresa

3. Se coloca el producto farmacéutico en la bandeja o en el espacio de productos terminados.

En este caso, los errores ocurren en los puntos 2, cuando la etiqueta no se coloca adecuadamente o en el lugar correcto, tal como lo dispone el cliente. Esto se da porque al momento de pegar la etiqueta, lo hacen en el aire, ya que con una mano tienen el producto y en la otra la etiqueta, y en algunos casos tienen más de una etiqueta a la vez, lo que dificulta que esta actividad se lleve a cabo con mayor precisión. En la figura 30, se muestra una foto de un producto farmacéutico con la etiqueta mal colocada.

Figura 30 Fotografía de una etiqueta mal colocada

Fuente: Fotografía de la empresa

Para corregir estas fallas, se utiliza una pistola de calor para facilitar el despegado de la etiqueta, evitando que el producto sufra algún tipo de daño, y luego se procede a limpiar con alcohol cualquier resto de pegamento que pueda quedar sobre este.

Estos errores se producen, de acuerdo a lo manifestado y observado, por ciertos factores como la distracción, cansancio y falta de capacitación. Para determinar cuál de estos factores es el más importante y que produce la mayor cantidad de errores en este proceso, se realizaron una serie de observaciones a las operarias al efectuar la operación. Para determinar la cantidad de observaciones, se utilizó la tabla de General Electric, la cual se muestra en la figura 24. La tabla General Electric contiene la cantidad de observaciones según el tiempo de la tarea, por lo que para el proceso de estuchado, de acuerdo al tiempo que dura este proceso 25 segundos aproximadamente (el cálculo del tiempo del proceso de etiquetado se muestra en el capítulo 3), se realizaron 50 observaciones. En la figura 31 se muestran los resultados obtenidos a partir de las observaciones.

Figura 31 Factores que generan reprocesos en el proceso de Etiquetado

Fuente: Información de la empresa

De acuerdo a las observaciones realizadas se tiene que la distracción y la falta de capacitación son los factores que generan la mayor cantidad de errores en el proceso de Estuchado.

Los productos donde se presentan los reprocesos son aquellos que cuentan con las siguientes características:

- Caja de cartón con dimensiones de 14.5cm x 3cm x 4cm aproximadamente.

El porcentaje de la demanda de productos en el caso del Etiquetado se presenta en la figura 32, y al igual que en proceso anterior, se ha dividido los productos en dos grupos llamados Modelo y Otros. Entre los que pertenecen al primer grupo, se encuentran los productos que presentan reprocesos, los cuales tienen las características similares mencionadas anteriormente. En el segundo grupo, se encuentran el resto de productos, los cuales tienen distintas características entre sí y no presentan reprocesos.

Figura 32 Porcentaje de la demanda anual del proceso de Etiquetado

Fuente: Elaboración propia

En el grupo Modelo, en el 2015, el porcentaje de demanda disminuyó en relación al 2014, sin embargo, aumentó en el 2016 a un 67%. En el grupo Otros, en el 2015 se incrementó la demanda en relación al 2014, y en el 2016 disminuyó. En general entre el 2014 y el 2016, se denota una mayor cantidad de demanda en el grupo Modelo en relación al grupo Otros.

Para el proceso de etiquetado, se realizó el análisis ergonómico, el cual se describirá a continuación:

- Medio ambiente de trabajo: Con respecto a la temperatura del ambiente de trabajo normalmente se encuentra a 21°C, a excepción de cuando trabajan con algunos productos farmacéuticos que requieren de una menor temperatura la cual puede variar hasta 18° C. En cuanto al ruido, no existe mayor molestia por ello ya que la mayoría de procesos son manuales, y las únicas máquinas que hay son la de los procesos Ink jet y encogido de bolsas, las cuales no presentan ruidos fuertes.
- Con respecto al puesto de trabajo para el proceso de Etiquetado, las operarias trabajan en mesas de acero y no utilizan sillas por lo que realizan el trabajo de pie. En cuanto a la disposición del área de trabajo se muestra en la figura 33, en la cual se ha tomado como base las áreas de trabajo normales ilustradas en la figura 8 en el capítulo 1.

Figura 33 Distribución del lugar de trabajo del proceso de Etiquetado

Fuente: Fotografía de la empresa

- Se observa que el rollo de etiquetas se encuentra ubicado, en el área de no trabajo, ya que generalmente lo coloca en el centro de la mesa para que las operarias lo tomen al realizar el proceso. Esto ocasiona que no exista la comodidad necesaria para las trabajadoras al tener los materiales en un área que no es muy adecuada.
- Los principales factores de riesgo por lo que las operarias experimentan molestias son:
 - La postura, ya que normalmente se mantiene una misma posición durante un tiempo prolongado, y al no haber una silla con la cual alternar, se genera una posición incómoda. Ello tiene como consecuencia molestias como dolor de cabeza, de cuello y hombros, así como trastornos cardiovasculares a largo plazo.
 - Los movimientos repetitivos como alcanzar, coger, despegar, presionar pueden generar pequeñas lesiones en los dedos o en los músculos.

2.3 Análisis Económico

Se ha realizado el análisis económico actual de la empresa, en la cual se ha obtenido información sobre los costos y ventas de la empresa entre el 2013 y el 2016, tal como se muestran en la tabla 4.

Tabla 4 Costos y Ventas anuales de la empresa

	AÑO 2013	AÑO 2014	AÑO 2015	AÑO 2016
Ventas netas	S/. 556,870.35	S/. 693,273.41	S/. 806,968.72	S/. 871,526.22
Costos netos	S/. 220,128.00	S/. 278,000.00	S/. 337,876.00	S/. 368,284.84

Fuente: Información de la empresa

Entre el 2013 y 2016, la empresa ha aumentado sus ventas a la par del incremento de sus costos, de los cuales el 85% aproximadamente pertenecen al costo por mano de obra.

Figura 34 Utilidad neta anual de la empresa

Fuente: Información de la empresa.

En cuanto a la utilidad, tal como se aprecia en la figura 34, ha aumentado a la par de las ventas y costos; sin embargo, con ello también ha aumentado la cantidad de reprocesos. Esto ocasiona un costo por reproceso, el cual afecta a la rentabilidad. Los costos por reprocesos entre el 2013 y el 2016, se muestran en la figura 35.

Figura 35 Costo anual por reprocesos

Fuente: Elaboración propia

El costo por reproceso ha ido aumentando progresivamente, entre el 2013 y 2016. En cuanto a los ingresos obtenidos para cada proceso, se muestran en la figura 36.

Figura 36 Porcentaje de ingreso anual por reproceso

Fuente: Elaboración propia

Se observa que entre los procesos con mayores ingresos se encuentran impresión Ink Jet, Etiquetado y Estuchado de productos farmacéuticos. Además, se ha producido un aumento en los ingresos en el año 2014 y el 2016,

Los ingresos obtenidos por los procesos de Estuchado y Etiquetado, los cuales se han dividido en dos grupos llamados Modelo y Otros, tal como se explicó anteriormente, se muestran en las figuras 37.

Figura 37 Ingresos anuales para el proceso de Etiquetado

Fuente: Elaboración propia

Figura 38 Ingresos anuales para el proceso de Estuchado

Fuente: Elaboración propia

En la figura 37, se puede ver que en el proceso de Etiquetado, en el grupo Modelo, se tienen mayores ingresos que por los del grupo Otros, entre el 2014 y 2016. En la figura 38, en el proceso de Estuchado, se observa que en el grupo Modelo, presenta ingresos superiores entre el 2014 y 2016 que los del grupo Otros.

2.4 Objetivo de la Investigación

2.4.1 Objetivo Principal

Rediseñar procesos usando herramientas de estudio del trabajo para reducir reprocesos en una empresa que realiza reacondicionado.

2.4.2 Objetivo Específico

- Brindar las herramientas y técnica necesarias para la identificación de problema y del desarrollo del plan de mejora.

- Analizar adecuadamente la situación actual de una empresa que realiza reacondicionado de productos farmacéuticos, específicamente en el área de operaciones con la finalidad de encontrar el problema principal que afecta su productividad.
- Proponer un diseño de estandarización de procesos en base al uso de herramientas y técnicas de métodos de trabajo.
- Validar la propuesta de solución a través de una simulación del diseño propuesto en una muestra significativa.
- Evaluar los resultados obtenidos con la muestra significativa con el fin de analizar el impacto costo/beneficio y social de la mejora propuesta.

Con todo lo presentado en este capítulo, es lógico que se propongan acciones para mitigar o eliminar el problema expuesto. Ello se puede realizar por medio de las herramientas descritas en el capítulo 1, las cuales formarán parte del desarrollo del siguiente capítulo, de manera que se pueda plantear una solución para esta problemática.

Capítulo 3 : Propuesta de Mejora

En el capítulo 2, se ha realizado un análisis de la situación actual de la empresa, donde se ha mostrado las fallas que existen, y se ha logrado identificar el problema principal que aqueja a la empresa, mostrando el sustento económico correspondiente. De acuerdo a lo analizado, se procede a plantear una solución apropiada para dicha problemática, la cual será abordada en el presente capítulo.

3.1 Evaluación de procesos de trabajo por puesto laboral

Después de realizar el diagnóstico del problema y su respectivo análisis, se realizará la evaluación del proceso actual para el estuchado y etiquetado, así como el proceso propuesto y su correspondiente evaluación.

3.1.1 Proceso de Estuchado

En el capítulo 2, se explicó cómo se realiza el proceso actual del estuchado en la empresa, así como las fallas frecuentes que ocasionan los reprocesos. En esta apartado se evaluará el tiempo estándar actual, correspondiente para dicho proceso. Por otro lado, se mostrará el proceso propuesto junto al cálculo del nuevo tiempo estándar.

3.1.1.1 Análisis de tiempos por MTM de la situación actual

A continuación, se presentarán los cálculos y análisis efectuados en el área de operaciones, para cada una de las actividades del proceso actual de Estuchado, utilizando las tablas de Métodos de Medición de Tiempo MTM-1, con el fin de obtener el tiempo estándar actual del proceso. Cada actividad se descompuso en cada uno de sus movimientos básicos para determinar el tiempo de

cada una de ellas de acuerdo con las tablas MTM-1, para luego calcular el tiempo estándar del proceso. Para el análisis se observó a un operario de planilla, el cual cuenta con la destreza y conocimientos necesarios del proceso, y se tomó como base a un producto farmacéutico con las siguientes características:

Contenido:

- 18 sobres con dimensiones de 5 x 6 cm aproximadamente.

Estuche:

- Caja de cartón con dimensiones de 10 x 3.5 x 6.5cm aproximadamente.

El tiempo de dichas tablas corresponde a movimientos realizados en actividad normal y se encuentra expresado en UMT que equivale a 0.036 segundos.

- Actividad 1: Tomar un estuche.

Tabla 5 Tiempo normal de los movimientos de la actividad 1

Descripción	Caso	Tiempo (UMT)
Ubicar los estuches	EF	7.3
Alcanzar el estuche	RdC	16.8
Coger el estuche	G4A	7.3
Mover el estuche	MdB	15.6
Colocar el estuche en posición para introducir en inserto	P1SS	9.1
Total		56.1

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 5, se determinó un tiempo normal total de 56.1 UMT, lo que al convertirlo a segundos, se obtiene que el tiempo normal para llevar a cabo esta actividad es de 2.02 segundos.

- Actividad 2: Colocar inserto

Tabla 6 Tiempo normal de los movimientos de la actividad 2

Descripción	Caso	Tiempo (UMT)
Ubicar los insertos	EF	7.3
Alcanzar el inserto	RdC	18.2
Coger el inserto	G4A	7.3
Mover el inserto	MdC	20.1
Alinear el inserto con el estuche	P1NS	10.4
Orientar el inserto	P2NS	21
Encajar el inserto con el estuche	P3NS	47.8
Soltar el inserto	RL1	2
Retirar la mano	MdB	13.3
Dejar el estuche en la mesa de trabajo	MdB	13.3
	RL1	2
Total		162.7

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 6, se determinó un tiempo normal total de 162.7 UMT, lo que al convertirlo a segundos, se obtiene que el tiempo normal para llevar a cabo esta actividad es de 5.86 segundos.

- Actividad 3: Colocar productos en el estuche

Tabla 7 Tiempo normal de los movimientos de la actividad 3

Descripción	Caso	Veces	Tiempo Total (UMT)
Visualizar el sobre	EF	4	29.2
Alcanzar el sobre	RdB	4	83.6
Coger los sobres	G4A	4	29.2
Mover los sobres	MdB	4	76.8

Alinear los sobres	P1NS	4	41.6
Visualizar el estuche	EF	4	29.2
Alcanzar el estuche	RdB	4	51.2
Coger el estuche	G4A	4	29.2
Mover el estuche	MdB	4	53.2
Posicionar el estuche	P1NS	4	41.6
Alinear los sobres con el estuche	P1NS	4	41.6
Orientar los sobres	P2NS	4	84
Encajar los sobres en el estuche	P3NS	4	213.6
Soltar los sobres	RL1	4	8
Retirar la mano	MdB	4	53.2
Dejar el estuche en la mesa de trabajo	MdB	3	39.9
	RL1	3	6
Total			911.1

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 7, se determinó un tiempo normal total de 911.1 UMT, lo que al convertirlo a segundos, se obtiene que el tiempo normal para llevar a cabo esta actividad es de 32.80 segundos.

- Actividad 4: Colocar el producto en bandeja de producto terminado.

Tabla 8 Tiempo normal de los movimientos de la actividad 4

Descripción	Caso	Tiempo (UMT)
Ubicar la bandeja de productos terminados	EF	7.3
Mover el estuche hacia la bandeja	MdB	15.6
Colocar estuche en la bandeja	P1SS	9.1
	RL1	2
Retirar la mano	MdB	15.6
Total		49.6

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 8, se determinó un tiempo normal total de 49.6 UMT, lo que al convertirlo a segundos, se obtiene que el tiempo normal para llevar a cabo esta actividad es de 1.79 segundos.

El Tiempo Normal obtenido para el proceso de Estuchado es 42.47 segundos. Al Tiempo Normal obtenido se le adiciona las holguras o tiempo suplementario con lo cual se obtiene el Tiempo Estándar.

Para hallar las holguras para un operario de reacondicionado se va a tomar como base la tabla de holguras que presentan los autores Niebel y Freivalds (2009) mostrada en el capítulo I. Se han considerado las holguras constantes para las Necesidades Personales y Fatiga básica, que presentan la mayor parte de los operarios en las empresas o industrias. Además, se ha considerado la holgura de descanso variable por estar parado, ya que el trabajo actualmente se realiza de pie.

Tabla 9 Holguras en el Estuchado

HOLGURAS	%
Holguras constantes	
Necesidades personales	5
Fatiga básica	4
Holguras de descanso variable	
Holguras por postura	
Parado	2
TOTAL	11

Fuente: Niebel y Freivalds

En la tabla 9, se muestran los porcentajes para cada una de las holguras seleccionadas dando un total de 11%. Una vez obtenido el porcentaje de holgura para este tipo de proceso, se calcula el Tiempo Estándar de trabajo (TE) utilizando la fórmula descrita en el capítulo I:

$$TE = 42.46 \times (1 + 0.11) = 47.14 \text{ segundos}$$

Con los cálculos realizados se obtuvo que el Tiempo Estándar (TE) del proceso actual del Estuchado es 47.14 segundos.

3.1.1.2 Diagrama de operaciones del proceso actual (DOP)

Se ha realizado un registro de las actividades que se realizan actualmente para el proceso de Estuchado a través de un Diagrama de operaciones (DOP). En la figura 39, se muestra el DOP del proceso.

Figura 39 Diagrama de Operaciones del proceso actual de Estuchado

Fuente: Elaboración Propia

3.1.1.3 Diagrama Bimanual de la situación actual

Se ha efectuado el análisis de los movimientos de las manos en cada una de las actividades que se realizan actualmente para el proceso de Estuchado, los cuales han sido registrados en el diagrama bimanual mostrado en la figura 40.

1 - DIAGRAMA BIMANUAL PROPUESTO												
Diagrama N° 1 Hoja N° 1 de 1						Disposicion de lugar de trabajo						
PLANTA : ALL PACK												
DEPARTAMENTO: OPERACIONES												
FECHA:												
OPERACIÓN: ESTUCHADO												
EMPLEADA:												
LUGAR: MESA DE TRABAJO												
HECHO POR : GLADYS VERA												
Compuesto por: fecha:												
	Descripción mano izquierda										Descripción mano derecha	
1	Ubicar estuche										Ubicar estuche	
2	Alcanzar el estuche										Esperar	
3	Tomar el estuche										Esperar	
4	Mover el estuche										Esperar	
5	Colocar el estuche en posición para introducir en inserto										Esperar	
6	Ubicar los insertos										Ubicar los insertos	
7	Sostener estuche										Alcanzar el inserto	
8	Sostener estuche										Tomar el inserto	
9	Sostener estuche										Mover el inserto	
10	Alinear el inserto con el estuche										Alinear el inserto con el estuche	
11	Sostener estuche										Orientar el inserto	
12	Sostener estuche										Encajar el inserto con el estuche	
13	Sostener estuche										Soltar el inserto	
14	Sostener estuche										Retirar la mano	
15	Mover el estuche a la mesa de trabajo										Esperar	
16	Soltar el estuche en la mesa de trabajo										Esperar	

17	Ubicar los sobres									Ubicar los sobres
18	Esperar									Alcanzar sobres
19	Esperar									Tomar sobres
20	Mover la mano hacia los sobres									Mover sobres
21	Alinear los sobres									Alinear los sobres
22	Ubicar el estuche									Ubicar el estuche
23	Alcanzar el estuche									Sostener sobres
24	Tomar el estuche									Sostener sobres
25	Mover el estuche									Sostener sobres
26	Posicionar el estuche									Sostener sobres
27	Alinear los sobres con el estuche									Alinear los sobres con el estuche
28	Sostener el estuche									Orientar los sobres
29	Sostener el estuche									Encajar los sobres en el estuche
30	Sostener el estuche									Soltar los sobres
31	Sostener el estuche									Retirar la mano
32	Mover el estuche en la mesa de trabajo									Esperar
33	Soltar el estuche en la mesa de trabajo									Esperar
34	Ubicar sobres									Ubicar sobres
35	Esperar									Alcanzar sobres
36	Esperar									Tomar sobres
37	Mover la mano hacia los sobres									Mover sobres
38	Alinear los sobres									Alinear los sobres
39	Ubicar el estuche									Ubicar el estuche
40	Alcanzar el estuche									Sostener sobres
41	Tomar el estuche									Sostener sobres
42	Mover el estuche									Sostener sobres
43	Posicionar el estuche									Sostener sobres

44	Alinear los sobres con el estuche									Alinear los sobres con el estuche
45	Sostener el estuche									Orientar los sobres
46	Sostener el estuche									Encajar los sobres en el estuche
47	Sostener el estuche									Soltar los sobres
48	Sostener el estuche									Retirar la mano
49	Mover el estuche en la mesa de trabajo									Esperar
50	Soltar el estuche en la mesa de trabajo									Esperar
51	Ubicar sobres									Ubicar sobres
52	Esperar									Alcanzar sobres
53	Esperar									Tomar sobres
54	Mover la mano hacia los sobres									Mover sobres
55	Alinear los sobres									Alinear los sobres
56	Ubicar el estuche									Ubicar el estuche
57	Alcanzar el estuche									Sostener sobres
58	Tomar el estuche									Sostener sobres
59	Mover el estuche									Sostener sobres
60	Posicionar el estuche									Sostener sobres
61	Alinear los sobres con el estuche									Alinear los sobres con el estuche
62	Sostener el estuche									Orientar los sobres
63	Sostener el estuche									Encajar los sobres en el estuche
64	Sostener el estuche									Soltar los sobres
65	Sostener el estuche									Retirar la mano
66	Mover el estuche en la mesa de trabajo									Esperar
67	Soltar el estuche en la mesa de trabajo									Esperar

	trabajo										
68	Ubicar sobres										Ubicar sobres
69	Esperar										Alcanzar sobres
70	Esperar										Tomar sobres
71	Mover la mano hacia los sobres										Mover sobres
72	Alinear los sobres										Alinear los sobres
73	Ubicar el estuche										Ubicar el estuche
74	Alcanzar el estuche										Sostener sobres
75	Tomar el estuche										Sostener sobres
76	Mover el estuche										Sostener sobres
77	Posicionar el estuche										Sostener sobres
78	Alinear los sobres con el estuche										Alinear los sobres con el estuche
79	Sostener el estuche										Orientar los sobres
80	Sostener el estuche										Encajar los sobres en el estuche
81	Sostener el estuche										Soltar los sobres
82	Sostener el estuche										Retirar la mano
83	Mover el estuche hacia la bandeja										Esperar
84	Soltar estuche en la bandeja										Esperar
85	Retirar la mano										Esperar
RESUMEN											
METODO		ACTUAL		PROPUESTO							
		IZQ	DER	IZQ	DER						
OPERACIONES		15	15								
TRANSPORTE		25	29								
ESPERAS		17	21								
SOSTENIMIENTO		28	20								
TOTALES		85	85								

Figura 40 Diagrama bimanual del proceso de estuchado

Fuente: Elaboración Propia

A partir de este análisis, se obtuvo que se realizan 85 movimientos en total para cada una de las manos en el proceso actual de estuchado. De estos movimientos, 38 corresponden a esperas entre las dos manos. Este análisis ayudará a determinar actividades propuestas para el proceso de Estuchado.

3.1.1.4 Análisis de la propuesta con las tablas de Método de Medición de Tiempos (MTM)

A continuación, se presenta el análisis realizado a cada una de las actividades propuestas, utilizando las tablas MTM-1 con el fin de obtener el tiempo estándar proyectado y posteriormente realizar un estudio y comparación entre la situación actual y la propuesta. Cada actividad se descompuso en cada uno de sus movimientos básicos, con la finalidad de determinar el tiempo de cada una de ellas de acuerdo con las tablas MTM-1, para luego calcular el tiempo estándar del proceso. Estos tiempos proyectados, se han realizado tomando como base el mismo producto farmacéutico con las características mencionadas en la sección anterior, el cual se utilizó para la toma de tiempos de la situación actual.

El tiempo de dichas tablas corresponde a movimientos realizados en actividad normal y se encuentra expresado en UMT que equivale a 0.036 segundos.

- Actividad 1: Tomar el estuche.

Tabla 10 Tiempo normal de cada movimiento en la actividad 1

Descripción	Caso	Tiempo (UMT)
Ubicar los estuches	EF	7.3
Alcanzar el estuche	RdC	16.8

Coger el estuche	G4A	7.3
Mover el estuche	MdB	15.6
Colocar el estuche en posición para introducir en inserto	P1SS	9.1
Total		56.1

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 10, se determinó un tiempo normal total de 56.1 UMT, lo que al convertirlo a segundos, se obtiene que el tiempo normal para llevar a cabo esta actividad es de 2.02 segundos.

- Actividad 2: Colocar inserto

Tabla 11 Tiempo normal de cada movimiento en la actividad 2

Descripción	Caso	Tiempo (UMT)
Ubicar los insertos	EF	7.3
Alcanzar el inserto	RdC	16.8
Coger el inserto	G4A	7.3
Mover el inserto	MdB	15.6
Alinear el inserto con el estuche	P1SS	9.1
Orientar el inserto	P2SS	19.7
Encajar el inserto en el estuche	P3SS	46.5
Dejar el inserto	RL1	2
Dejar el estuche en la mesa de trabajo	MdB	15.6
	RL1	2
Total		141.9

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 11, se determinó un tiempo normal total de 141.9 UMT, lo que al convertirlo a segundos, se obtiene que el tiempo normal para llevar a cabo esta actividad es de 5.11 segundos

- Actividad 3: Colocar productos en tablero.

Tabla 12 Tiempo normal de cada movimiento en la actividad 3

Descripción	Caso	Veces	Total UMT
Ubicar los sobres	EF	3	21.9
Alcanzar los sobres	RdC	3	50.4
Coger los sobres	G4A	3	21.9
Mover los sobres	MdB	3	46.8
Alinear los sobres	P1NS	3	31.2
Visualizar el tablero	EF	3	21.9
Colocar el sobre en el tablero	RL1	18	36
Mover la mano para coger el siguiente sobre	MdA	17	37.4
Retirar la mano	MdB	1	15.6
Total			283.1

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 12, se determinó un tiempo normal total de 283.1 UMT, lo que al convertirlo a segundos, se obtiene que el tiempo normal para llevar a cabo esta actividad es de 10.19 segundos.

- Actividad 4: Colocar producto en el estuche.

Tabla 13 Tiempo normal para cada movimiento de la actividad 4

Descripción	Caso	VECES	TOTAL UMT
Visualizar el sobre	EF	1	7.3
Alcanzar el sobre	RdC	18	153

Coger el sobre	G2	18	100.8
Mover el sobre	MdA	18	172.8
Alinear los sobres	P1NS	1	10.4
Visualizar el estuche	EF	1	7.3
Alcanzar el estuche	RdC	1	8.5
Coger el estuche	G2	1	5.6
Mover el estuche	MdC	1	11.7
Posicionar el estuche	P1NS	1	10.4
Alinear los sobres con el estuche	P1NS	1	16
Orientar los sobres	P2NS	1	21
Encajar los sobres en el estuche	P3NS	1	47.8
Retirar la mano	MdC	1	11.7
Total			584.3

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 13, se determinó un tiempo normal total de 584.3 UMT, lo que al convertirlo a segundos, se obtiene que el tiempo normal para llevar a cabo esta actividad es de 21.03 segundos.

En el segundo, tercer y cuarto movimiento se han considerado las 18 repeticiones que se realizan para retirar los sobres del tablero para proceder a colocarlos en sus estuches.

- Actividad 5: Colocar el producto en bandeja de producto terminado.

Tabla 14 Tiempo normal de cada movimiento de la actividad 5

Descripción	Caso	Tiempo (UMT)
Ubicar la bandeja de productos terminados	EF	7.3
Mover el estuche hacia la bandeja	MdB	15.6
Posicionar el estuche	P1SS	9.1
Colocar el estuche en la bandeja	RL1	2

Retirar la mano	MdB	15.6
Total		49.6

Fuente: Elaboración propia

Tal como se muestra en la tabla 14, se determinó un tiempo normal total de 49.6 UMT, lo que al convertirlo a segundos, se obtiene que el tiempo normal para llevar a cabo esta actividad es de 1.79 segundos.

Después, de haber obtenido el tiempo normal de cada actividad, se tiene que el tiempo total para el proceso de Estuchado es 40.14 segundos.

Luego se determina el porcentaje de tiempo suplementario que existen en un operario de reacondicionado. Para hallar las holguras para un operario, al igual que se utilizó al determinar el tiempo actual, se va a tomar como base la tabla de holguras que presentan los autores Niebel y Freivalds (2009) mostrada en el capítulo I. Se han considerado las holguras constantes para las Necesidades Personales y Fatiga básica, que presentan la mayor parte de los operarios en las empresas o industrias. Además, se ha considerado la holgura de descanso variable por estar parado, ya que el trabajo actualmente se realiza de pie.

Tabla 15 Holguras en el proceso de Estuchado

HOLGURAS	%
Holguras constantes	
Necesidades personales	5
Fatiga básica	4
Holguras de descanso variable	
Holguras por postura	
Parado	2

TOTAL	11
--------------	-----------

Fuente: Niebel y Freivalds

En la tabla 15, se muestran los porcentajes para cada una de las holguras seleccionadas dando un total de 11%. Una vez obtenido el porcentaje de holgura para este tipo de proceso, se calcula el Tiempo Estándar de trabajo (TE) utilizando la fórmula descrita en el capítulo I:

$$TE = 40.14 \times (1 + 0.11) = 44.5 \text{ segundos}$$

Con los cálculos efectuados se tiene que el tiempo estándar para el proceso del Estuchado propuesto es 44.5 segundos.

3.1.1.5 Diagrama de operaciones del proceso propuesto (DOP)

Se ha realizado el registro del proceso propuesto para el proceso de Estuchado a través de un Diagrama de operaciones (DOP). En la figura 41, se muestra el DOP del proceso.

Figura 41 Diagrama de operaciones propuesto para Estuchado

Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Proceso de Etiquetado

Al igual que en el proceso del Estuchado, en el capítulo 2, se explicó cómo se realiza el proceso de Etiquetado actual en la empresa, así como las fallas frecuentes que ocasionan los reprocesos. En esta apartado se evaluará el tiempo estándar actual, correspondiente para dicho proceso. Por otro lado, se mostrará el proceso propuesto junto al cálculo del nuevo tiempo estándar.

3.1.2.1 Análisis con MTM de la situación actual

A continuación, se presentarán los cálculos y análisis efectuados en el área de operaciones, para cada una de las actividades del proceso actual de Etiquetado, utilizando las tablas de Métodos de Medición de Tiempo MTM-1, con el fin de obtener el tiempo estándar actual del proceso. Cada actividad se descompuso en cada uno de sus movimientos básicos para determinar el tiempo de cada una de ellas de acuerdo con las tablas MTM-1, para luego calcular el tiempo estándar del proceso. Para el análisis se observó a un operario de planilla, el cual cuenta con la destreza y conocimientos necesarios del proceso, y se tomó como base a un producto farmacéutico con las siguientes características:

- Caja de cartón con dimensiones de 14.5cm x 3cm x 4cm aproximadamente.

El tiempo de dichas tablas corresponde a movimientos realizados en actividad normal y se encuentra expresado en UMT que equivale a 0.036 segundos.

- Actividad 1: Despegar etiqueta de rollo de etiquetas

Tabla 16 Tiempo normal de los movimientos de la actividad 1

Descripción	Caso	Veces	Tiempo Total UTM
Visualizar el rollo de etiquetas	EF	1	7.3
Alcanzar el rollo de etiquetas	RdC	1	20.9
Coger el rollo de etiquetas	G1C1	1	7.3
Mover el rollo de etiquetas	MdB	1	19.2
Ubicar etiqueta a despegar	EF	2	14.6
Alcanzar el rollo con la otra mano para despegar etiqueta	RdC	1	16.8
Agarrar etiqueta	EF	2	14.6
	MdC	2	4

	G4A	2	14.6
Despegar etiqueta	EF	2	14.6
	D2	2	23.6
Retirar la mano con la etiqueta	MdB	2	24.6
Ubicar el lugar a colocar el rollo de etiquetas	EF	1	7.3
Mover el rollo de etiquetas	MdB	1	19.2
Posicionar el rollo	P1SS	1	9.1
Colocar rollo en la mesa de trabajo	RL1	1	2
Retirar la mano	MdB	1	19.2
Total			238.9

Fuente: Elaboración propia

Tal como se muestra en la tabla 16, se determinó un tiempo normal total de 238.9 UMT, lo que al convertirlo a segundos, se obtiene que el tiempo normal para llevar a cabo esta actividad es de 8.60 segundos.

- Actividad 2: Tomar el producto a etiquetar

Tabla 17 Tiempo normal de los movimientos de la actividad 2

Descripción	Caso	Tiempo Total (UMT)
Ubicar los productos a etiquetar	EF	7.3
Alcanzar el producto	RdC	20.9
Coger el producto	G4A	7.3
Mover el producto	MdB	19.2
Identificar el lugar donde se pegará la etiqueta	EF	7.3
	TgS	9.4
Posicionar el producto	P1NS	10.4
	P2NS	21

Total	102.8
--------------	--------------

Fuente: Elaboración propia

Tal como se muestra en la tabla 17, se determinó un tiempo normal total de 102.8 UMT, lo que al convertirlo a segundos, se obtiene que el tiempo normal para llevar a cabo esta actividad es de 3.70 segundos.

- Actividad 3: Pegar etiqueta.

Tabla 18 Tiempo normal de los movimientos de la actividad 3

Movimiento	Caso	Veces	Total UTM
Mover la mano con la etiqueta	EF	1	7.3
	MdC	1	13.7
Alinear la etiqueta con el producto	EF	1	7.3
	P1NS	1	10.4
Orientar la etiqueta	P2NS	1	21
Pegar la etiqueta	EF	1	7.3
	P3NS	1	53.4
Coger estuche para aplicar presión	EF	1	7.3
	G4A	1	7.3
Aplicar presión sobre la etiqueta	EF	3	21.9
	APB	3	48.6
Soltar producto	RL1	1	2
Retirar la mano	MdB	1	15.6
Total			223.1

Fuente: Elaboración propia

Tal como se muestra en la tabla 18, se determinó un tiempo normal total de 223.1 UMT, lo que al convertirlo a segundos, se obtiene que el tiempo normal para llevar a cabo esta actividad es de 8.03 segundos.

- Actividad 4: Colocar en la bandeja de productos terminados

Tabla 19 Tiempo normal de los movimientos de la actividad 4

Movimiento	Caso	Tiempo (UMT)*
Verificar	EF	7.3
Ubicar la bandeja de productos terminados	EF	7.3
Mover el producto hacia la bandeja	MdC	23.5
Colocar el estuche en la bandeja	P1SS	9.1
	RL1	2
Retirar la mano	MdB	19.2
Total		68.4

Fuente: Elaboración propia

Tal como se muestra en la tabla 19, se determinó un tiempo normal total de 68.4 UMT, lo que al convertirlo a segundos, se obtiene que el tiempo normal para llevar a cabo esta actividad es de 2.46 segundos.

Después, de haber obtenido el tiempo normal de cada actividad, se tiene que el tiempo total para el proceso de Estuchado es 22.80 segundos.

Al Tiempo Normal obtenido se le adiciona las holguras o tiempo suplementario con lo cual se obtiene el Tiempo Estándar. Para hallar las holguras para un operario de reacondicionado se va a tomar como base la tabla de holguras que presentan los autores Niebel y Freivalds (2009)

mostrada en el capítulo I, al igual que para el proceso de Estuchado. Se han considerado las holguras constantes para las Necesidades Personales y Fatiga básica, que presentan la mayor parte de los operarios en las empresas o industrias. Además, se ha considerado la holgura de descanso variable por estar parado, ya que el trabajo actualmente se realiza de pie.

Tabla 20 Holguras para proceso de Etiquetado

HOLGURAS	%
Holguras constantes	
Necesidades personales	5
Fatiga básica	4
Holguras de descanso variable	
Holguras por postura	
Parado	2
TOTAL	11

Fuente: Niebel y Freivalds

En la tabla 20, se muestran los porcentajes para cada una de las holguras seleccionadas dando un total de 11%. Una vez obtenido el porcentaje de holgura para este tipo de proceso, se calcula el Tiempo Estándar de trabajo (TE) utilizando la fórmula descrita en el capítulo I:

$$TE = 22.80 \times (1 + 0.11) = 25.31 \text{ segundos}$$

Con los cálculos realizados se obtuvo que el Tiempo Estándar (TE) del proceso actual del Estuchado es segundos.

3.1.2.2 Diagrama de operaciones del proceso actual

Se ha realizado un registro de las actividades que se realizan actualmente para el proceso de Etiquetado a través de un Diagrama de operaciones (DOP). En la figura 42, se muestra el DOP del proceso.

Figura 42 Diagrama de operaciones del proceso actual de Etiquetado

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.3 Diagrama Bimanual del proceso de Etiquetado

Se ha efectuado el análisis de los movimientos de las manos en cada una de las actividades que se realizan actualmente para el proceso de Etiquetado, los cuales han sido registrados en el diagrama bimanual mostrado en la figura 43.

1 - DIAGRAMA BIMANUAL PROPUESTO												
Diagrama N° 1 Hoja N° 1 de 1					Disposicion de lugar de trabajo							
PLANTA : ALL PACK												
DEPARTAMENTO: OPERACIONES												
FECHA:												
OPERACIÓN: ESTUCHADO												
EMPLEADA:												
LUGAR: MESA DE TRABAJO												
HECHO POR : GLADYS VERA												
Compuesto por:					fecha:							
	Descripccion mano izquierda											Descripccion mano derecha
1	Ubicar el rollo de etiquetas											Ubicar el rollo de etiquetas
2	Alcanzar el rollo de etiquetas											Esperar
3	Tomar el rollo de etiquetas											Esperar
4	Mover el rollo de etiquetas											Esperar
5	Ubicar etiqueta a despegar											Ubicar etiqueta a despegar
6	Sostener rollo de etiqueta											Alcanzar el rollo con la otra mano para despegar etiqueta
7	Sostener rollo de etiqueta											Tomar etiqueta
8	Sostener rollo de etiqueta											Despegar etiqueta
9	Sostener rollo de etiqueta											Mover la mano con la etiqueta
10	Ubicar otra etiqueta a despegar											Ubicar otra etiqueta a despegar
11	Sostener rollo de etiqueta											Alcanzar el rollo con la otra mano para despegar etiqueta
12	Sostener rollo de etiqueta											Tomar etiqueta
13	Sostener rollo de etiqueta											Despegar etiqueta
14	Sostener rollo de etiqueta											Retirar la mano con la etiqueta
15	Ubicar el lugar a colocar el rollo de etiquetas											Ubicar el lugar a colocar el rollo de etiquetas
16	Mover el rollo de etiquetas											Sostener etiqueta
17	Posicionar el rollo											Sostener etiqueta
18	Colocar rollo en la mesa de trabajo											Sostener etiqueta

19	Retirar la mano																	Sostener etiqueta
20	Ubicar los productos a etiquetar																	Sostener etiqueta
21	Alcanzar el producto																	Sostener etiqueta
22	Coger el producto																	Sostener etiqueta
23	Mover el producto																	Sostener etiqueta
24	Identificar el lugar donde se pegará la etiqueta																	Sostener etiqueta
25	Posicionar el producto																	Sostener etiqueta
26	Sostener el producto																	Mover la mano con la etiqueta
27	Sostener el producto																	Alinear la etiqueta con el producto
28	Sostener el producto																	Orientar la etiqueta
29	Sostener el producto																	Pegar la etiqueta
30	Sostener el producto																	Coger estuche para aplicar presión
31	Sostener el producto																	Aplicar presión sobre la etiqueta
32	Sostener el producto																	Soltar producto
33	Sostener el producto																	Retirar la mano
34	Verificar																	Verificar
35	Ubicar la bandeja de productos terminados																	Esperar
36	Mover el producto hacia la bandeja																	Esperar
37	Colocar el estuche en la bandeja																	Esperar
38	Retirar la mano																	Esperar

RESUMEN											
METODO		ACTUAL		PROPUESTO							
		IZQ	DER	IZQ	DER						
OPERACIONES		6	9								
TRANSPORTE		8	7								
ESPERAS		5	11								
SOSTENIMIENTO		19	11								
TOTALES		38	38								

Figura 43 Diagrama Bimanual de proceso de Etiquetado

Fuente: Elaboración propia

A partir de este análisis se obtuvo que se realizan 38 movimientos en total para cada una de las manos en el proceso actual de Etiquetado. De estos movimientos 16 corresponden a esperas entre las dos manos. Este análisis ayudará a determinar actividades propuestas para el proceso de Etiquetado.

3.1.2.4 Análisis de la propuesta con las tablas de Método de Medición de Tiempos (MTM)

Se ha realizado el análisis a cada una de las actividades propuestas utilizando las tablas MTM-1 con el fin de obtener el tiempo estándar proyectado y posteriormente realizar un estudio y comparación entre la situación actual y la propuesta. Cada actividad se descompuso en cada uno de sus movimientos básicos, con la finalidad de determinar el tiempo normal de cada una de ellas de acuerdo a las tablas MTM-1, para luego calcular el tiempo estándar del proceso, tal como se realizó para el proceso de Estuchado. Estos tiempos proyectados, se han realizado tomando como base el mismo producto farmacéutico con las características mencionadas en la sección anterior, el cual se utilizó para la toma de tiempos de la situación actual.

Como se explicó, el tiempo de dichas tablas corresponde a movimientos realizados en actividad normal y se encuentra expresado en UMT que equivale a 0.036 segundos.

- Actividad 1: Identificar y posicionar producto.

Tabla 21 Tiempo normal de cada movimiento en la actividad 1

Descripción	Caso	Tiempo (UMT)
Ubicar la bandeja con los productos	EF	7.3

Alcanzar el producto	RdC	16.8
Coger el producto	G4A	7.3
Mover el producto	MdB	12.6
Identificar el lugar donde se pegará la etiqueta	EF	7.3
	TgS	9.4
Alinear el producto con la mesa de trabajo	P1NS	16
Posicionar el producto en la mesa de trabajo	P2NS	26.6
Soltar el producto	RL1	2
Retirar la mano	MdB	11.8
Total		117.1

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 21, se determinó un tiempo normal total de 117.1 UMT, lo que al convertirlo a segundos, se obtiene que el tiempo normal para llevar a cabo esta actividad es de 4.22 segundos.

- Actividad 2: Pegar y presionar etiqueta

Tabla 22 Tiempo normal de cada movimiento en la actividad 2

Descripción	Caso	Tiempo (UMT)
Visualizar el porta rollo que contiene las etiquetas	EF	7.3
Alcanzar el porta rollo	RdC	16.8
Coger el rollo de etiquetas	G1C1	7.3
Jalar el rollo de etiquetas	MdA	9.6
Tomar y despegar la etiqueta con la otra mano	RdC	16.8
	G4A	7.3
	D2	7.5
Retirar la mano que tiene la etiqueta	MdC	18.5
Soltar el rollo de etiquetas	RL1	2

Mover la mano hacia la etiqueta	MdC	18.5
Ubicar el lugar donde se pegará la etiqueta	EF	7.3
Alinear la etiqueta con el producto	P1NS	10.4
Orientar y pegar la etiqueta	P2NS	26.6
	P3NS	53.4
Total		209.3

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22, se determinó un tiempo normal total de 209.3 UMT, lo que al convertirlo a segundos, se obtiene que el tiempo normal para llevar a cabo esta actividad es de 7.53 segundos.

- Actividad 3 y 4: Verificar etiqueta y Colocar en bandeja de producto terminado.

Tabla 23 Tiempo normal de cada movimiento en la actividad 3 y 4

Descripción	Caso	Tiempo (UMT)
Verificar	EF	7.3
Coger el producto	G4A	7.3
Mover el producto hacia la bandeja de productos terminados	MdB	15.6
Posicionar el estuche	P1SS	9.1
Colocar el estuche en la bandeja	RL1	2
Retirar la mano	MdC	6.2
Total		47.5

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23, se determinó un tiempo normal total de 47.5 UMT, lo que al convertirlo a segundos, se obtiene que el tiempo normal para llevar a cabo esta actividad es de 1.71 segundos.

Una vez obtenido el tiempo normal de cada actividad, se tiene que el tiempo total normal para el proceso del Etiquetado es 13.46 segundos.

Luego se determina el porcentaje de tiempo suplementario que existen en un operario de reacondicionado. Para hallar las holguras para un operario, al igual que se utilizó al determinar el tiempo actual, se va a tomar como base la tabla de holguras que presentan los autores Niebel y Freivalds (2009) mostrada en el capítulo I. Se han considerado las holguras constantes para las Necesidades Personales y Fatiga básica, que presentan la mayor parte de los operarios en las empresas o industrias. Además, se ha considerado la holgura de descanso variable por estar parado, ya que el trabajo actualmente se realiza de pie.

Tabla 24 Holguras en el proceso de Estuchado

HOLGURAS	%
Holguras constantes	
Necesidades personales	5
Fatiga básica	4
Holguras de descanso variable	
Holguras por postura	
Parado	2
TOTAL	11

Fuente: Niebel y Freivalds

En la tabla24 , se muestran los porcentajes para cada una de las holguras seleccionadas dando un total de 11%. Una vez obtenido el porcentaje de holgura para este tipo de proceso, se calcula el Tiempo Estándar de trabajo (TE) utilizando la fórmula descrita en el capítulo I:

$$TE=13.46 \times (1+0.11) = 14.94 \text{ segundos}$$

Con los cálculos efectuados se tiene que el tiempo estándar para el proceso del Etiquetado propuesto es 14.94 segundos.

3.1.2.5 Diagrama de operaciones del proceso propuesto

Se ha realizado el registro del proceso propuesto para el proceso de Estuchado a través de un Diagrama de operaciones (DOP). En la figura 44, se muestra el DOP del proceso.

Figura 44 Diagrama de operaciones del proceso propuesto de Etiquetado
Fuente: Elaboración propia

3.2 Propuesta de diseño de puesto laboral

Una vez obtenido los tiempos actuales y propuestos para el proceso de Estuchado y Etiquetado, se procede a detallar y describir el diseño que se propone para el puesto laboral respectivamente.

3.2.1 Puesto laboral para Estuchado

En este ítem, se presentará el diseño propuesto para el procedimiento de trabajo en el proceso de Estuchado, así como la propuesta ergonómica para el puesto laboral y el perfil del puesto correspondiente. El diseño del puesto de trabajo se va a realizar en base a productos farmacéuticos con características similares, las cuales han sido descritas en un apartado anterior:

- Contenido:
 - 18 sobres con dimensiones de 5 x 6cm aproximadamente.
- Estuche:
 - Caja de cartón con dimensiones de 10 x 3.5 x 6.5cm aproximadamente.

3.2.1.1 Diseño de procedimientos de trabajo

En los apartados anteriores se mostraron los cálculos del tiempo estándar para el proceso propuesto, basado en el análisis de los movimientos de cada actividad. Ahora se describirá detalladamente cada una de esas actividades propuestas, plasmadas en la figura 45, para el proceso de Estuchado.

Figura 45 Actividades propuestas para proceso de Estuchado

Fuente: Elaboración propia

1. Tomar un estuche.

- Se toma un estuche de la bandeja correspondiente.

2. Poner inserto en el estuche.

- Se toma un inserto de la bandeja correspondiente.
- Se coloca el inserto en el estuche de la manera dispuesta por el cliente.
- Se pone la caja en la mesa de trabajo.

3. Colocar productos en el tablero.

- Se toman los productos, en este caso los sobres, de la bandeja correspondiente, que van a ser colocados dentro del estuche.
- Se colocan los sobres en cada división del tablero.

Se propone utilizar un tablero en este proceso, específicamente en esta tarea, para que facilite el conteo de los productos, de manera que, en el estuche, se coloquen en la cantidad indicada en el empaque y no existan faltantes o sobrantes que conlleven a los reprocesos.

El tablero propuesto cuenta con las siguientes especificaciones:

- Las dimensiones de $36\text{cm} \times 21\text{cm} \times 3\text{cm}$.
- Se propone un tablero de plástico que cuente con imanes en las esquinas, de manera que se adhiera a la mesa de trabajo, la cual es de acero.
- Cuenta con 18 divisiones, ya que es la cantidad que traen los productos que se están tomando como referencia. Cada división tiene una medida de $7\text{cm} \times 6\text{cm}$.

Figura 46 Plano del tablero propuesto

Fuente: Elaboración propia

En la figura 46, se muestra el plano del tablero propuesto con las dimensiones mencionadas.

Figura 47 Diseño de la división del tablero

Fuente: Elaboración propia

En la figura 47, se muestra el diseño de una de las divisiones del tablero con sus respectivas dimensiones. Se propone que cada división tenga una ligera curva para que al momento de retirar cada sobre del tablero sea más práctico y rápido.

Figura 48 Tablero propuesto para el proceso de Estuchado

Fuente: Elaboración propia

En la figura 48, se muestra el diseño completo del tablero propuesto para el proceso de Estuchado.

Se propone para los productos que tengan 30 sobres, un tablero similar de 24cm x 21cm x 3cm, con 12 divisiones, el mismo material y con imanes en las esquinas de manera que se una al tablero de 18 divisiones.

4. Colocar productos en el estuche.

- Se retira cada sobre del tablero.
- Se ordenan y alinean los sobres
- Se posicionan los sobres y se encajan en el estuche, teniendo cuidado de no doblar el inserto.

5. Colocar en la bandeja de productos terminados.

- Se coloca el producto farmacéutico de forma ordenada en la respectiva bandeja de productos terminados.

3.2.1.2 Descripción del lugar de trabajo

Para el diseño del lugar de trabajo del proceso de Estuchado, tomando en cuenta el enfoque ergonómico y los criterios descritos en el capítulo I, se ha propuesto que la mesa de trabajo de acero, tal como se muestra en la figura 49, tenga las siguientes dimensiones:

- Largo: 180cm
- Ancho: 110 cm
- Altura: 90 cm

Figura 49 Mesa de trabajo propuesta

Fuente: Elaboración propia

Se han tomado estas dimensiones considerando que es un trabajo ligero, así como la altura promedio de las operarias, la cual es 155 cm, de manera que sea más cómodo realizar el trabajo para las operarias y no tengan que estar en una posición incómoda.

También se propone que las operarias utilicen un banco de 65 cm de altura del asiento, con un diseño similar al presentado en la figura 50. Para esto se ha tomado como base las características y criterios ergonómicos descritos en el capítulo 1.

Con el banco, las operarias podrán combinar su postura entre trabajar paradas y sentadas, lo que mermaría los factores de riesgos identificados y mencionados en el capítulo 2, el trabajo de pie y una misma postura durante un período prolongado.

Figura 50 Modelo de banco propuesta para proceso de Estuchado

Fuente: Google imágenes

Con respecto al ambiente del lugar de trabajo, en cuanto a la temperatura, al ser una empresa de reacondicionado, el rango de temperatura varía entre 18°C y 25°C de acuerdo con el producto farmacéutico que se esté trabajando. Tal como se describió en el capítulo 2, la temperatura generalmente es 21°C por lo que se encuentra dentro del rango mencionado. En cuanto al ruido, tal como se explicó en el diagnóstico, la empresa no presenta ruidos fuertes que puedan molestar o perturbar a los trabajadores, ya que la mayoría de los procesos son manuales, a excepción del proceso Ink Jet y el embolsado que son automatizados. Sin embargo, las máquinas de estos procesos no producen ruidos fuertes que generen molestias. La iluminación que presenta la empresa es la adecuada.

En cuanto a la distribución de la estación de trabajo, tomando como base los criterios y características mencionados en el capítulo 1, se ha considerado:

- Una canastilla de 36cm x 26cm x 15cm para los estuches, tal como se muestra en la figura 51, colocada en la mesa de trabajo, ubicada al lado izquierdo/derecho del operario dependiendo de su ubicación.

Figura 51 Canastilla para estuches

Fuente: Google imágenes

- Una canastilla de 16cm x 11cm x 6cm para los insertos, tal como se muestra e la figura 52, colocada en la mesa de trabajo, ubicada a 35cm frente al operario.

Figura 52 Canastilla para los insertos

Fuente: Google imágenes

- Una canastilla de 24cm x 16cm x 7cm, tal como se muestra en la figura 53, para los productos farmacéuticos a colocar en el estuche, para este caso los sobres, colocada en la mesa de trabajo, ubicada a 33cm frente al operario.

Figura 53 Canastilla para productos farmacéuticos

Fuente: Google imágenes

- Una canastilla de 40cm x 30cm x 25cm para los productos terminados, tal como se muestra en la figura 54, colocada en la mesa de trabajo, ubicada a 35cm frente al operario orientado hacia el lado derecho/izquierdo, dependiendo de su ubicación. Esta canastilla se comparte con el operario ubicado al frente.

Figura 54 Canastilla para productos terminados

Fuente: Google imágenes

- El tablero propuesto se coloca en la mesa de trabajo a 10 cm hacia el frente del operario.
- Para cada mesa de trabajo se ha considerado 4 operarios, para mayor comodidad y orden. Se propone un total de 4 mesas, ya que con ellas se tienen la cantidad promedio entre operarios de planilla y eventuales que trabajan en la empresa cuando hay una demanda elevada.

Figura 55 Distribución de la estación de trabajo para proceso de Estuchado

Fuente: Elaboración propia

En la figura 55, se muestra la distribución que se ha propuesto para la estación de trabajo tomando en cuenta las especificaciones mencionadas.

3.2.1.3 Perfil de empleado

Luego de realizar el diseño del lugar de trabajo, en la figura 56, se detalla el perfil del puesto para un operario que efectúe el proceso de Estuchado.

Empresa:	Nº Ficha:
Fecha de elaboración:	Área dependiente:
Cargo:	Operario:
Objetivo: Satisfacer las necesidades de la empresa para cubrir los requerimientos de labores de estuchado dentro del reacondicionado manual.	
Perfil general del puesto de trabajo: Personas con experiencia en realizar etiquetado de productos, de preferencia productos farmacéuticos. Secundaria completa. Responsabilidad y puntualidad. Habilidad manual.	
Principales funciones: Ejecutar el proceso de etiquetado de productos farmacéuticos. Limpieza adecuada del área de trabajo.	
A quién reporta Asistente de producción	
Elaborado por:	Aprobado por:

Figura 56 Perfil de un empleado para proceso de Estuchado

Fuente: Elaboración propia

Una vez elaborado el perfil del puesto de trabajo, se propone un indicador para medir la eficiencia del trabajador por jornada laboral, a través del nivel de cumplimiento de las órdenes servicio, tal como se especifica en la figura 57, donde se muestra la ficha técnica del indicador.

	FICHA TECNICA DE INDICADOR	Código:
		Versión: 01
		Pág. 1 de 1
1. Nombre: Nivel de cumplimiento de la orden de servicio		
2. Objetivo : Verificar que cada trabajador logre un 97% de eficiencia		
3. Fórmula de Cálculo: $\text{Nivel de cumplimiento} = \frac{\text{Cantidad de productos correctamente estuchados}}{\text{Cantidad de productos ordenados}} \times 100$ de orden de servicio		
4. Nivel de Referencia: <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: green; margin-right: 5px;"></div> <div>Mayor a 97%</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></div> <div>Entre 94%-97%</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: red; margin-right: 5px;"></div> <div>Menor 94%</div> </div>		
5. Responsable de Gestión: Jefe de Producción		
6. Fuente de Información: Reporte de producción diaria		
7. Frecuencia de Medición: Diario		
8. Frecuencia de Reporte: Semanal		
9. Responsable del Reporte:		

Asistente de Producción
10. Usuarios: Jefe de Operaciones y Jefe de Producción
11. Observaciones: -

Figura 57 Ficha técnica del indicador para medir la eficiencia del trabajador en Estuchado

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Puesto laboral para Etiquetado

A continuación, se detalla el diseño propuesto para el procedimiento de trabajo en el proceso de Etiquetado, así como la propuesta ergonómica para el puesto laboral y el perfil del puesto correspondiente. El diseño del puesto de trabajo se va a realizar en base a productos farmacéuticos con características similares, ya descritas anteriormente, sin embargo, se volverán a nombrar:

- Caja de cartón con dimensiones de 14.5cm x 3cm x 4cm aproximadamente.

3.2.2.1 Diseño de procedimientos de trabajo

En los apartados anteriores se mostraron los cálculos del tiempo estándar para el proceso propuesto, basado en el análisis de los movimientos de cada actividad. Ahora se describirá detalladamente cada una de esas actividades propuestas, plasmadas en la figura 58, para el proceso de Etiquetado.

Figura 58 Actividades propuestas del proceso de Etiquetado

Fuente: Elaboración propia

1. Identificar el lugar donde se colocará la etiqueta y posicionar el producto farmacéutico

- Se toma de la bandeja de productos uno de ellos y se identifica el lugar donde se colocará la etiqueta.
- Se coloca el producto en la mesa de trabajo en la posición donde se pegará la etiqueta.

2. Pegar y presionar etiqueta

- Se retira del rollo de etiquetas una de ellas.
- Se sitúa la etiqueta y se pega con las dos manos en el lugar dispuesto en la caja del producto.
- Se presiona la etiqueta de manera que se adhiera bien a la superficie de la caja.

Para esta actividad se propone colocar el rollo de etiquetas, en un porta rollo, similar al de la figura 59, de forma que facilite y sea más práctico para el operario retirar una etiqueta.

Figura 59 Diseño de porta rollo propuesto

Fuente: Google imágenes

3. Verificar que la etiqueta esté centrada

- Se comprueba que la etiqueta se encuentre centrada en el lugar designado, de acuerdo a lo dispuesto.

4. Colocar en bandeja de producto terminado

- Se coloca el producto farmacéutico de forma ordenada en la respectiva bandeja de productos terminados.

3.2.2.2 Descripción del lugar de trabajo

Para el diseño del lugar de trabajo del proceso de Etiquetado, tomando en cuenta el enfoque ergonómico y los criterios descritos en el capítulo I, se ha propuesto que la mesa de trabajo de acero, tal como se muestra en la figura 60, tenga las siguientes dimensiones:

- Largo: 180cm
- Ancho: 110 cm
- Altura: 90 cm

Figura 60 Mesa de trabajo propuesta

Fuente: Elaboración propia

Se han tomado estas dimensiones considerando que es un trabajo ligero, así como la altura promedio de las operarias, la cual es 155 cm, de manera que sea más cómodo realizar el trabajo para las operarias y no tengan que estar en una posición incómoda.

También se propone que las operarias utilicen un banco de 65 cm de altura del asiento, con un diseño similar al presentado en la figura 61. Para esto se ha tomado como base las características y criterios ergonómicos descritos en el capítulo 1.

Con el banco, las operarias podrán combinar su postura entre trabajar paradas y sentadas, lo que mermaría los factores de riesgos identificados y mencionados en el capítulo 2, el trabajo de pie y una misma postura durante un período prolongado.

Figura 61 Modelo de banco propuesta para proceso de Estuchado

Fuente: Google imágenes

Con respecto al ambiente del lugar de trabajo, en cuanto a la temperatura, al ser una empresa de reacondicionado, el rango de temperatura varía entre 18°C y 25°C de acuerdo con el producto farmacéutico que se esté trabajando. Tal como se describió en el capítulo 2, la temperatura generalmente es 21°C por lo que se encuentra dentro del rango mencionado. En cuanto al ruido, tal como se explicó en el diagnóstico, la empresa no presenta ruidos fuertes que puedan molestar o perturbar a los trabajadores, ya que la mayoría de los procesos son manuales, a excepción del proceso Ink Jet y el embolsado que son automatizados. Sin embargo, las máquinas de estos procesos no producen ruidos fuertes que generen molestias. La iluminación que presenta la empresa es la adecuada.

En cuanto a la distribución de la estación de trabajo, tomando como base los criterios y características mencionados en el capítulo 1, se ha considerado:

- Una canastilla de 30cm x 30cm x 20 cm, tal como se muestra en la figura 62, para los productos farmacéuticos, colocada en la mesa de trabajo, ubicada a 35cm aproximadamente hacia el lado superior izquierdo/derecho del operario dependiendo de su ubicación.

Figura 62 Canastilla para productos farmacéuticos

Fuente: Google imágenes

- Un porta rollo de etiquetas ubicado a 30cm aproximadamente frente al operario en la mesa de trabajo.
- Una canastilla de 30cm x 30cm x 20 cm, tal como se muestra en la figura 62, para los productos terminados, colocada en la mesa de trabajo, ubicada a 35cm aproximadamente hacia el lado superior derecho/izquierdo del operario dependiendo de su ubicación.
- En cada mesa de trabajo se colocarán 4 operarios, para mayor comodidad y orden. Se propone un total de 4 mesas, ya que con ellas se tienen la cantidad promedio entre operarios de planilla y eventuales que trabajan en la empresa cuando hay una demanda elevada.

Figura 63 Diseño de puesto del proceso de Etiquetado

Fuente: Elaboración propia

En la figura 63, se muestra el diseño que se ha propuesto para la estación de trabajo del etiquetado tomando en cuenta las especificaciones mencionadas.

3.2.2.3 Perfil de empleado

Después de realizar el diseño del lugar de trabajo, en la figura 64, se detalla el perfil del puesto para un operario que efectúe el proceso de etiquetado.

Empresa:	N° Ficha:
Fecha de elaboración:	Área dependiente:
Cargo:	Operario:
Objetivo: Satisfacer las necesidades de la empresa para cubrir los requerimientos de labores de etiquetado dentro del reacondicionado manual.	
Perfil general del puesto de trabajo: Personas con experiencia en realizar etiquetado de productos, de preferencia productos farmacéuticos. Secundaria completa. Responsabilidad y puntualidad. Habilidad manual.	
Principales funciones: Ejecutar el proceso de etiquetado de productos farmacéuticos. Limpieza adecuada del área de trabajo.	
A quién reporta Asistente de producción	
Elaborado por:	Aprobado por:

Figura 64 Perfil del puesto para realizar Etiquetado

Fuente: Elaboración propia

Una vez elaborado el perfil del puesto de trabajo, se propone un indicador para medir la eficiencia del trabajador de etiquetado por jornada laboral, a través del nivel de cumplimiento de las órdenes servicio, tal como se especifica en la figura 65, donde se muestra la ficha técnica del indicador.

	FICHA TECNICA DE INDICADOR	Código:
		Versión: 01
		Pág. 1 de 1
1. Nombre: Nivel de cumplimiento de la orden de servicio para etiquetado		
2. Objetivo: Verificar que cada trabajador logre un 90% de eficiencia.		
3. Fórmula de Cálculo: $\text{Nivel de cumplimiento} = \frac{\text{Cantidad de productos correctamente etiquetados}}{\text{Cantidad de productos ordenados}} \times 100$ de orden de servicio		
4. Nivel de Referencia: <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: green; margin-right: 5px;"></div> <div>Mayor a 90%</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></div> <div>Entre 84%-90%</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: red; margin-right: 5px;"></div> <div>Menor 84%</div> </div>		
5. Responsable de Gestión: Jefe de Producción		
6. Fuente de Información: Reporte de producción diaria		
7. Frecuencia de Medición: Diario		
8. Frecuencia de Reporte: Semanal		
9. Responsable del Reporte:		

Asistente de Producción
10. Usuarios: Jefe de Operaciones y Jefe de Producción
11. Observaciones:

Figura 65 Ficha técnica del indicador para medir la eficiencia del trabajador en el Etiquetado

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Análisis de la propuesta de solución

Luego de realizar la evaluación de los procesos de trabajo por puesto laboral para el Estuchado y Etiquetado, se procede a efectuar un análisis y comparación previa de la propuesta de solución con la situación actual de la empresa y la propuesta de solución, ya que la validación del modelo planteado se realizará en el capítulo 4.

3.3.1 Estuchado

Se realiza la comparación entre el tiempo estándar de la situación propuesta obtenido a partir de las tablas MTM, con el tiempo estándar actual del proceso, el cual se presenta en la tabla 25.

Tabla 25 Tiempo estándar actual y propuesto para el Estuchado

	Situación Actual	Situación propuesta
Tiempo Estándar (segundos)	47.14	44.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26 Cantidad de productos farmacéuticos a estuchar

	Situación Actual	Situación propuesta
En 1 hora	76	81
En 1 jornada laboral	608	648

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25, se denota un ahorro de 5.8% aproximadamente en cuanto al tiempo de estuchado en la situación propuesta respecto de la actual. Ello implica estuchar 5 productos más por hora y 40 por jornada laboral, de acuerdo con lo que se muestra en la tabla 26. Es decir, se puede estuchar aproximadamente un 6.58% más de productos de los que se realizan actualmente. Esto se traduce en ahorro de horas improductivas y mejora en los tiempos de operación.

En este proceso se denota una reducción de tiempos con el método y proceso planteado, por lo que también se proyecta mejorar el método de estuchado y disminuir con ello los errores que conllevan a los reprocesos.

3.3.2 Etiquetado

Se realiza la comparación entre el tiempo estándar de la situación propuesta obtenido a partir de las tablas MTM, con el tiempo estándar actual del proceso, el cual se presenta en la tabla 27.

Tabla 27 Tiempo estándar actual y propuesto para el Etiquetado

	Situación Actual	Situación propuesta
Tiempo Estándar (segundos)	25.31	14.94

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28 Cantidad de productos a Etiquetar

	Situación Actual	Situación propuesta
En 1 hora	141	240
En 1 jornada laboral	1128	1920

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un ahorro de 41.18% aproximadamente en cuanto al tiempo de etiquetado en la situación propuesta respecto de la actual, como se muestra en la tabla 27. Esto implica etiquetar 99 productos más por hora, de acuerdo a lo que se muestra en la tabla 28. Es decir se puede etiquetar aproximadamente un 70% más de productos de los que se realizan actualmente. Esto se traduce en reducción de horas improductivas y mejora en los tiempos de operación, lo aumentará las opciones de captar mayores ingresos.

En este proceso se denota una reducción significativa de tiempos con el método y proceso planteado, por lo que también se proyecta mejor precisión al realizar el etiquetado y disminuir con ello los reprocesos.

3.4 Propuesta de control

Actualmente, la empresa no cuenta con un nivel ni fichas de indicadores, por lo que se realizó un estudio y se tomó como referencia el nivel de producción de la empresa y se determinó que se encuentra en un nivel rojo, cuando lo óptimo vendría siendo el nivel verde, poniendo como referencia al método del semáforo. Por ello, para poder tener los procesos controlados, se propone utilizar indicadores que faciliten el control de los procesos con sus respectivas actividades.

A continuación, se presentan indicadores para la tasa de producción neta de los procesos de Estuchado y Etiquetado y para los reprocesos.

3.4.1 Para toma de tiempos

En tabla 29, se señala el indicador para el control de los tiempos de trabajo así como su fórmula correspondiente, el cual tiene como objetivo medir el nivel de producción de la empresa.

Tabla 29 Indicador propuesto para la toma de tiempos

Indicador	Fórmula
Tasa de producción neta	$\frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Tiempo disponible}}$

Fuente: Elaboración propia

En la figura 66 y 67, se muestran las fichas técnicas del indicador propuesto para el proceso de Estuchado y Etiquetado. Para este indicador, se toma como referencia el tiempo disponible, es decir, el tiempo de una jornada laboral normal, la cual es 8 horas para la empresa. Lo que se pretende es que las órdenes de servicio se realicen dentro de la jornada de trabajo y no con horas extras.

	FICHA TECNICA DE INDICADOR	Código:
		Versión: 01
		Pág. 1 de 1
1. Nombre: Tasa de producción neta en el proceso de Estuchado.		
2. Objetivo: Alcanzar un 88% en el nivel de producción en el proceso de Estuchado.		
3. Fórmula de Cálculo: $\text{Tasa de producción neta} = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Tiempo disponible}} \times 100$		
4. Nivel de Referencia: <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: green; margin-right: 5px;"></div> Menor a 87% </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></div> Entre 87%-90% </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: red; margin-right: 5px;"></div> Mayor a 90% </div>		
5. Responsable de Gestión: Jefe de Producción		
6. Fuente de Información: Reporte de producción neta		
7. Frecuencia de Medición: Semanal		
8. Frecuencia de Reporte: Mensual		
9. Responsable del Reporte: Asistente de Producción		

10. Usuarios: Jefe de Operaciones y Jefe de Producción
11. Observaciones: -

Figura 66 Ficha técnica del indicador propuesto para la toma de tiempos en el Estuchado

Fuente: Elaboración propia

	FICHA TECNICA DE INDICADOR	Código:
		Versión: 01
		Pág. 1 de 1
1. Nombre: Tasa de producción neta en el proceso de Etiquetado		
2. Objetivo: Alcanzar un 85% en el nivel de producción en el proceso de Etiquetado.		
3. Fórmula de Cálculo: $\text{Tasa de producción neta} = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Tiempo disponible}} \times 100$		
4. Nivel de Referencia: <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: green; margin-right: 5px;"></div> <div>Menor a 62 %</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></div> <div>Entre 62%-85%</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: red; margin-right: 5px;"></div> <div>Mayor a 85%</div> </div>		
5. Responsable de Gestión: Jefe de Producción		
6. Fuente de Información:		

Reporte de producción neta
7. Frecuencia de Medición: Mensual
8. Frecuencia de Reporte: Mensual
9. Responsable del Reporte: Jefe de Producción
10. Usuarios: Jefe de Operaciones y Jefe de Producción
11. Observaciones:

Figura 67 Ficha técnica del indicador propuesto para la toma de tiempos en el Etiquetado

Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Para los reprocesos

En tabla 30, se señala los indicadores que se proponen para controlar los reprocesos en el Etiquetado y Estuchado de productos, así como sus respectivas fórmulas.

Tabla 30 Indicadores propuestos para de los reprocesos

Indicador	Fórmula
Órdenes de trabajo procesadas sin errores	$\frac{\text{Cantidad de órdenes procesados sin errores}}{\text{Cantidad de órdenes de trabajo}}$
Productos procesados sin errores	$1 - \frac{\text{Cantidad de cajas mal Etiquetadas/Estuchadas}}{\text{Cantidad de cajas por orden de trabajo}}$

Fuente: Elaboración propia

En la figura 68 y 69, se muestran las fichas técnica de los indicadores de órdenes de trabajo procesadas sin errores y productos procesados sin errores para el proceso de Estuchado.

	FICHA TECNICA DE INDICADOR	Código:
		Versión: 01
		Pág. 1 de 1
1. Nombre: Órdenes de trabajo procesados sin errores en el proceso de Estuchado		
2. Objetivo: Obtener un 95% de órdenes de trabajo procesadas sin fallas en el porceso de Estuchado		
3. Fórmula de Cálculo: $\text{Órdenes de trabajo procesadas sin errores} = \frac{\text{Cantidad de órdenes procesadas sin errores}}{\text{Cantidad de órdenes de trabajo}} \times 100$		
4. Nivel de Referencia: <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: green; margin-right: 5px;"></div> <div>Mayor a 95%</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></div> <div>Entre 93%-95%</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: red; margin-right: 5px;"></div> <div>Menor 93%</div> </div>		
5. Responsable de Gestión: Reporte de producción neta		
6. Fuente de Información: Data histórica		
7. Frecuencia de Medición: Semanal		

8. Frecuencia de Reporte:
Mensual
9. Responsable del Reporte:
Jefe de Producción
10. Usuarios:
Jefe de Operaciones y Jefe de Producción

Figura 68 Ficha técnica del indicador de órdenes de trabajo procesados sin fallas en el Estuchado

Fuente: Elaboración propia

	FICHA TECNICA DE INDICADOR	Código:
		Versión: 01
		Pág. 1 de 1
1. Nombre:		
Productos procesados sin errores en el proceso de Estuchado		
2. Objetivo:		
Alcanzar un 96% de productos procesados sin errores en el proceso de Estuchado		
3. Fórmula de Cálculo:		
$\text{Productos procesados sin errores} = 1 - \frac{\text{Cantidad de cajas mal Estuchadas}}{\text{Cantidad de cajas por día}} \times 100$		
4. Nivel de Referencia:
Mayor a 96%
Entre 93%-96%
Menor 93%	

5. Responsable de Gestión:
Jefe de Producción
6. Fuente de Información:
Reporte de producción neta
7. Frecuencia de Medición:
Semanal
8. Frecuencia de Reporte:
Mensual
9. Responsable del Reporte:
Jefe de Producción
10. Usuarios:
Jefe de Operaciones y Jefe de Producción
11. Observaciones:

Figura 69 Ficha técnica del indicador de productos procesados sin errores en el Estuchado

Fuente: Elaboración propia

En las figuras 70 y 71, se tienen las fichas técnicas de los indicadores propuesto para el Etiquetado.

	FICHA TECNICA DE INDICADOR	Código:
		Versión: 01
		Pág. 1 de 1
1. Nombre: Órdenes de trabajo procesados sin errores para el proceso de Etiquetado		
2. Objetivo: Obtener un 90% de órdenes de trabajo procesados sin fallas para el proceso de Etiquetado		
3. Fórmula de Cálculo: Órdenes procesados sin errores = $\frac{\text{Cantidad de órdenes de trabajo sin errores}}{\text{Cantidad órdenes de trabajo}} \times 100$		
4. Nivel de Referencia: <div> Mayor a 90% Entre 81%-90% Menor 81% </div>		
5. Responsable de Gestión: Jefe de Producción		
6. Fuente de Información: Reporte de producción neta		
7. Frecuencia de Medición: Semanal		
8. Frecuencia de Reporte: Mensual		
9. Responsable del Reporte: Jefe de Producción		
10. Usuarios: Jefe de Operaciones y Jefe de Producción		
11. Observaciones:		

Figura 70 Ficha técnica del indicador de órdenes de trabajo procesados sin fallas en el Etiquetado

Fuente: Elaboración propia

	FICHA TECNICA DE INDICADOR	Código:
		Versión: 01
		Pág. 1 de 1
1. Nombre:		
Productos procesados sin errores para el proceso de Etiquetado		
2. Objetivo:		
Alcanzar un 98% de productos procesados sin errores en el proceso de Etiquetado		
3. Fórmula de Cálculo:		
$\text{Productos procesados sin errores} = 1 - \frac{\text{Cantidad de cajas mal Etiquetadas}}{\text{Cantidad de cajas por día}} \times 100$		
4. Nivel de Referencia:
Mayor a 92%
Entre 84%-92%
Menor 92%	
5. Responsable de Gestión:		
Jefe de Producción		
6. Fuente de Información:		
Reporte de producción neta		
7. Frecuencia de Medición:		
Semanal		

8. Frecuencia de Reporte:
Mensual
9. Responsable del Reporte:
Jefe de Producción
10. Usuarios:
Jefe de Operaciones y Jefe de Producción
11. Observaciones:

Figura 71 Ficha técnica del indicador de productos procesados sin errores en el Etiquetado

Fuente: Elaboración propia

3.5 Implementación

Con la información obtenida y la solución propuesta para mitigar o eliminar el problema de la empresa, se procede a realizar la etapa de la implementación y validación. Sin embargo, para el presente proyecto, se realizará una simulación en un software, el cual se verá a mayor detalle en el capítulo 4, para los procesos analizados de Etiquetado y Estuchado, de manera que se pueda realizar la validación correspondiente.

Por otro lado, se propone un cronograma de implementación, para el caso en que se llevara a cabo la propuesta sugerida en la empresa, el cual se detalla en la tabla 31.

Tabla 31 Cronograma de implementación

ACTIVIDADES	SEMANAS												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
TOMA DE TIEMPOS													
EVALUACION INICIAL DE RESULTADOS													
DIAGRAMA NUEVO DE PROCESOS													
PROYECCION DE MATERIALES NECESARIOS													
COMPRA DE MATERIALES													
CAPACITACIONES													
IMPLEMENTACION INICIAL DE MEJORA													
PRIMEROS RESULTADOS E INDICADORES													
EVALUACION DE RESULTADOS													

Fuente: Elaboración propia

La implementación está contemplada para llevarla a cabo en 12 semanas o 3 meses aproximadamente, si se realizara. En ella, se plantea, la compra de materiales como mesas, sillas, tableros y porta rollo, así como capacitaciones para las operarias, asistenta y jefa de producción. Por un lado, se propone una capacitación para la asistenta y jefe de producción, la cual se realizaría el día viernes, en los que se abarquen el tema del método de trabajo propuesto, el uso de indicadores y control de tiempos, con la finalidad de que entiendan la propuesta y el proceso a realizar.

Para el personal operativo, especialmente de planilla, se plantea capacitaciones en los que se abarque el método de trabajo propuesto, riesgos de las malas posturas y posturas ergonómicas. Ello con el objetivo homogenizar el método de trabajo en ambos procesos analizados. Estas charlas se realizarían los días sábados en la tarde, ya que es el día que generalmente no suele haber un trabajo excesivo. Por otro lado, se plantea el presupuesto si se implementara la solución propuesta, la cual se detalla en la tabla 32.

Tabla 32 Presupuesto de implementación de la solución

Material	Costo Unitario	Cantidad	Costo total
Mesa	S/. 700.00	4	S/. 2,800.00
Silla alta	S/. 100.00	16	S/. 1,600.00
Porta etiqueta	S/. 50.00	12	S/. 600.00
Tablero	S/. 100.00	12	S/. 1,200.00
Capacitación y supervisión	S/. 500.00	4	S/. 2,000.00
Canastilla 26x36x15 (Estuchado)	S/. 10.50	12	S/. 126.00
Canastilla 40x30x25 (Estuchado)	S/. 15.00	6	S/. 90.00
Canastilla 24x16x7 (Estuchado)	S/. 6.00	12	S/. 72.00
Canastilla 16x11x6 (Estuchado)	S/. 4.50	12	S/. 54.00
Canastilla 30x30x20 (Etiquetado)	S/. 9.50	24	S/. 228.00
Costo asumido por horas no laborables por capacitación	S/. 242.00	4	S/. 242.00
			S/. 9,012.00

Fuente: Elaboración propia

En el presupuesto para la implementación, se ha considerado el costo por las horas no laborables en las que se realizarán las capacitaciones a operarios, asistente y jefe de producción. Se tiene como inversión total una cantidad de S/. 9,012.00.

Capítulo 4 : Validación y Análisis de Resultados

En el presente capítulo se realizará la validación de la solución propuesta, así como la evaluación económica de una eventual implementación del proyecto, y de los aspectos social y político. Finalmente, se efectuará el correspondiente análisis de los resultados que se obtengan con respecto al proyecto.

4.1 Validación

Para realizar la validación de la solución propuesta, primero se identifican las variables a tener en cuenta, las cuales se nombran a continuación:

- Demanda: En la empresa, la demanda es bastante variable, ya que algunas semanas pueden tener una gran cantidad de trabajos a realizar y en otras la demanda es menor.
- Tipo de producto: La empresa cuenta con una gran cantidad de productos para cada proceso.
- Cantidad de operarios: Se trabaja con personal en planilla y por honorarios, de acuerdo a la demanda que se tenga, es decir, se contrata mayor cantidad de personal por honorarios para realizar el pedido correspondiente.

Una vez definidas las variables, se procede a realizar validación de la propuesta de solución por medio de una simulación, la cual se mostrará a continuación.

4.1.1 Simulación del sistema

Para realizar la validación de la solución, se utilizará el software Promodel 9.3.0, el cual posibilita simular todo tipo de sistema como los de manufactura, logística, manejo de materiales,

entre otros, y puede simular ensambles, cortes, talleres, etc. Este software permite efectuar aplicaciones complejas de una manera flexible y manejable. Para la solución propuesta en el presente proyecto, se tienen los procesos de Etiquetado y Estuchado, para los cuales se realizará la simulación de cada uno de ellos y posteriormente se analizarán los resultados obtenidos.

En la figura 72, se muestra el layout del proceso propuesto del Etiquetado, el cual se utilizará en la simulación.

Figura 72 Simulación del proceso de Etiquetado propuesto

Fuente: Elaboración propia

El layout de la simulación se armó tomando como base un puesto de trabajo con una persona, en el cual se ha separado cada actividad a realizar en el proceso de Etiquetado, tal como se muestra en las figuras 73, 74 y 75.

Figura 73 Simulación de la actividad 1 del Etiquetado: Identificar y posicionar

Fuente: Elaboración propia

Figura 74 Simulación de Actividad 2 del Etiquetado: Pegar y presionar

Fuente: Elaboración propia

Figura 75 Simulación de la actividad 3 del Etiquetado: Colocar en bandeja de PT

Fuente: Elaboración propia

En la figura 73, se muestra la entrada del producto farmacéutico, el cual corresponde al momento donde la operaria coge un producto e identifica y lo posiciona, dejándolo listo para la siguiente actividad, mostrada en la figura 74, en la cual se despega la etiqueta y se procede a pegarla y presionarla correctamente en el producto. Finalmente, en la figura 75, se muestra la actividad donde se coloca el producto en la bandeja de producto terminado.

Para la simulación del proceso de Etiquetado, se ha tomado una muestra de 351 réplicas. Los resultados obtenidos de la simulación se muestran en la figura 76.

Réplica	Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Sec)	Tiempo En Operación Promedio (Sec)
Avg	Producto	0.00	0.00	0.00
Avg	Etiqueta	0.00	0.00	0.00
Avg	Producto etiquetado	1.00	14.86	14.86

Figura 76 Resultados obtenidos de la simulación del proceso de Etiquetado.

Fuente: Elaboración propia

En la simulación, la única salida que se tiene es la del producto etiquetado, el cual tiene un tiempo promedio del proceso o tiempo en operación de 14.86 segundos, tal como se observa en la figura 76. Este tiempo es muy parecido al el obtenido por medio de las tablas MTM en el capítulo 3.

Para el Estuchado, el layout de la simulación se muestra en la figura 77.

Figura 77 Simulación del proceso de Estuchado

Fuente: Elaboración propia

El layout de la simulación se armó tomando como base un puesto de trabajo con una persona, tal como se ha planteado, en el cual se ha separado cada actividad a realizar en el proceso de Estuchado, tal como se muestra en las figuras 78, 79 y 80.

Figura 78 Simulación de la actividad 1 y 2 del Estuchado: Colocar el producto en la mesa y colocar inserto

Fuente: Elaboración propia

Figura 79 Simulación de la actividad 3 del Estuchado: Colocar producto en el tablero

Fuente: Elaboración propia

Figura 80 Actividad 4 y 5 del Estuchado: Colocar producto en estuche y en bandeja de Producto Terminado

Fuente: Elaboración propia

En la figura 78, se muestra la entrada del estuche, el cual corresponde al momento donde la operaria coge un producto y lo coloca en la mesa de trabajo. Inmediatamente coge un inserto y lo coloca en el estuche. Luego se coloca el producto a estuchar en el tablero, como se observa en la figura 79. Se procede a colocar el producto en el estuche y finalmente se coloca en la bandeja de producto terminado, tal como se muestra en la figura 80.

Para la simulación del proceso de Estuchado, se ha tomado una muestra de 633 réplicas. Los resultados obtenidos en la simulación se muestran en la figura 81.

Réplica	Nombre	Tiempo Programado (Min)	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Sec)
1	Cola estuche	0.75	633.00	45.00
2	Cola estuche	0.75	633.00	45.00
3	Cola estuche	0.75	633.00	45.00
4	Cola estuche	0.75	633.00	45.00
5	Cola estuche	0.75	633.00	45.00

Figura 81 Resultados obtenidos en la simulación del proceso de Estuchado

Fuente: Elaboración propia

En la figura 81, en la simulación, la cola estuche se refiere a la salida de los productos estuchado hacia a bandeja de los productos terminados, el cual tiene un tiempo promedio del proceso o tiempo en operación de 0.75 minutos o 45 segundos. Este tiempo es bastante similar con el obtenido por medio de las tablas MTM en el capítulo 3.

Réplica	Nombre	Total Salidas	Cantidad actual En Sistema
Avg	Instructivo	0.00	633.00
Avg	Estuche	0.00	633.00

Figura 82 Resultados de la simulación proceso de Estuchado

Fuente: Elaboración propia

Al igual que en el etiquetado, se tienen como entradas a los instructivos o insertos y al estuche, los cuales representan una cantidad actual en el sistema.

Figura 83 Gráfico de tiempo para el proceso de Estuchado

Fuente: Elaboración propia

En la figura 83, se muestra un gráfico de tiempo en el cual se tiene la línea de color azul, la cual corresponde a la caja de productos, que comprende el proceso inicial de colocar el estuche en la mesa de trabajo y coger el inserto para proceder a colocarlo en la caja de producto, el cual se realiza en 5 segundos, según el simulador. Además, se muestra el tiempo total comprendido por todo el proceso de estuchado, correspondiente a la línea de color verde, la cual dura 45 segundos aproximadamente, según el simulador.

4.1.2 Validación Ergonómica

Para validar la ergonomía, se han utilizado fuentes y datos como referencia de estudios realizados, ya que el proyecto no ha sido implementado en la empresa en estudio.

Como se detalló en el marco teórico, correspondiente al primer capítulo, uno de los principales objetivos de la ergonomía es el aumento la productividad. Es por ello, que según distintas

investigaciones realizadas y aplicados en distintas empresas, por varios autores, entre ellos Liao MH y Drury CG en Estados Unidos, se ha demostrado el impacto que tiene sobre la producción, el aplicar modificaciones ergonómicas en los procesos de trabajo, así como la relación que hay entre la postura de trabajo y las fallas que comenten los operarios en actividades visuales y manuales. Según esto, la modificación en la estación de trabajo, disminuyó en un 12% la cantidad de errores.⁴³

Por otro lado, en otros estudios, la aplicación de rediseños ergonómicos en los puestos de trabajo, muestran un aumento en la productividad en los trabajadores de hasta un 25%, generando importante beneficios como el incremento en la rentabilidad de las empresas.⁴⁴ También, se observa disminución de un 4% en el porcentaje de rotación y ausentismo del personal.⁴⁵

4.1.3 Indicadores

Se ha realizado el análisis de los indicadores correspondientes al nivel del cumplimiento de la orden de servicio y al de la tasa neta de producción, para ambos procesos según los resultados conseguidos, y se obtuvo lo mostrado en la tabla 33.

⁴³ Cfr. Prevencionar 2014

⁴⁴ Cfr. Del Prado 2014

⁴⁵ Cfr. Osorio 2015

Tabla 33 Análisis y resultados de indicadores propuestos

Proceso	Nombre del indicador	% Actual	% Conseguido
Etiquetado	Órdenes de trabajo procesadas sin errores	75%	90%
Estuchado		94%	98%
Etiquetado	Tasa de producción neta	98%	62%
Estuchado		92%	87%

Fuente: Elaboración propia

Según lo presentado en la tabla 33, para ambos procesos se obtiene una mejora significativa en ambos indicadores, logrando pasar de un rango rojo, basándose en el método del semáforo, a un rango verde, a excepción del indicador de tasa de producción neta para el proceso de Estuchado que se encuentra en ámbar, sin embargo denota una mejora y se encuentra a un paso de llegar al rango verde, lo cual se puede ir logrando con el tiempo. Para este indicador, como se explicó, a menor porcentaje el proceso es más óptimo, ya que lo que se quiere lograr y controlar es que los trabajos se realicen dentro de las horas de trabajo, sin tener que realizar horas extras por los reprocesos u horas improductivas.

4.2 Evaluación Económica

La propuesta planteada en el capítulo anterior tiene como finalidad atacar la causa que genera el problema principal determinado y con ello los reprocesos que se presentan en los procesos analizados. Para ello, se requiere una inversión por parte de la empresa de manera que se obtengan resultados a corto y mediano plazo. El cuadro de la inversión a realizar, se mostró detalladamente en el capítulo 3, el cual tiene como cifra total la cantidad de S/. 9012.00.

Se contempla eliminar o mitigar aquellos sobrecostos obtenidos por los reprocesos y el costo de oportunidad que se genera por ello.

Para realizar el flujo de caja se considera el aumento de la utilidad para los procesos de Estuchado y Etiquetado, que se efectúa por el aumento de las ventas, para lo cual dichos datos fueron proporcionados por la empresa. Esta utilidad se incrementa a partir del séptimo mes, ya que con las capacitaciones y procesos establecidos se proyecta un aumento de la utilidad a S/.4080.64, un 30% aproximadamente para el proceso del Etiquetado y a 700.51, un 8% promedio en el Estuchado. Para calcular el ahorro en los próximos doce meses, se toman como base la cantidad de horas hombre y costo por hora hombre, en el cual se toma la cantidad de horas/días ahorrados que se tomaría para realizar un lote de productos, para cada proceso analizado, aplicando los métodos propuestos; la cantidad de mano de obra promedio, la asistente y la jefa de producción, así como su costo por día.

Para este proyecto no se ha considerado realizar un financiamiento con el banco, ya que la cantidad a invertir es relativamente pequeña, la cual la empresa podría desembolsar en los tres meses planteados en los que se realizaría la implementación.

Figura 84 Flujo de caja para los próximos doce meses

Fuente: Elaboración propia

A partir de la figura 84 se obtienen el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa de Interés de Retorno (TIR), el cual se muestra en la tabla 30. Para ello se ha considerado un COK de 18%, el cual se ha determinado en base a factores como la tasa de riesgo y riesgo país. Además, se ha investigado sobre el rango del COK promedio para una empresa de servicio en el Perú, y el más

adecuado para pequeñas empresas pertenecientes al mismo rubro de la empresa utilizada para el presente proyecto.

Tabla 34 VAN, TIR y COK del proyecto

COK	18%
VAN	3336
TIR	23%

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, el tiempo de retorno es de 7 meses.

Con los cálculos obtenidos, se puede afirmar que la propuesta de mejora del presente trabajo es viable, ya que se tiene una tasa de retorno (TIR) bastante aceptable con respecto al COK y un adecuado tiempo de retorno para la empresa. Por ello, se espera buenos resultados, con el aumento de la rentabilidad y el crecimiento como organización, si se implementara el presente proyecto en la empresa en estudio.

4.3 Evaluación de otros impactos

Luego de realizar la evaluación económica de la empresa, se efectuará la evaluación del impacto social y político del proyecto, ya que no presenta ningún tipo de impacto ambiental.

4.3.1 Impacto social

En el aspecto social, se puede tomar en cuenta desde el impacto interno respecto al trabajador. Esto se da cuando la empresa, al aumentar su nivel de producción y mejorar los métodos de trabajo origina un mejor ambiente laboral que tiene un impacto positivo en la forma de trabajo del empleado y a su vez, en mejorar el nivel de cultura organizacional que vive la empresa.

4.3.2 Impacto político

En este caso, se ha evaluado el impacto externo de este aspecto hacia el proyecto, ya que no se tiene un impacto interno. Esto va más por el impacto que pueda repercutir en esta rubro, las modificaciones de leyes o directivas del Estado lo cual se vería reflejado con las modificaciones o cambios que se efectúan en la normatividad y legislación, o las regulaciones e inspecciones que realice la Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas (DIGEMID), entidades reguladoras para el tipo de establecimiento a la que pertenece la del presente proyecto de investigación.

4.4 Matriz de Riesgos

Se han encontrado y analizado los riesgos que conlleva el presente proyecto, los cuales se presentan en la tabla 35.

Tabla 35 Cuadro de riesgos

Item	Riesgo
1	Alta rotación de personal eventual que impida correctas capacitaciones
2	El personal no se adecua a los métodos de trabajo
3	Renuncia del jefe de producción
4	Renuncia del jefe de control de calidad
5	Sobre exceso de cantidad demanda aceptada ante mejora de tiempos de producción en etiquetado y estuchado.
6	No se produzca la recuperación de la inversión luego del quinto mes.
7	La utilidad no se incrementa tal como se proyecta luego del séptimo mes.
8	La cantidad demandada no se incrementa tal como se esperara.
9	Los grandes clientes optan por no renovar contrato.

10	El tiempo de trabajo para el estuchado se mantiene igual.
11	El personal se resiste al cambio.

Fuente: Elaboración propia

A partir de los riesgos encontrados, se ha determinado cuales son aquellos que tienen mayor impacto en el proyecto, tal como se presenta en la figura 85.

Figura 85 Gráfico impacto vs probabilidad

Fuente: Elaboración propia

Los riesgos con mayor impacto son los correspondientes a los número 1, 2, 5 y 6, siendo el primero el más importante, el cual está relacionado a la rotación del personal eventual.

Tabla 36 Acciones mitigadoras

Item	Acciones mitigadoras
1	Dado que actualmente se les paga al personal eventual por día, se puede proponer que se les pague por periodos más largos de tiempo: por semana o cada quince días.

2	Se puede aplicar bonos por productividad aplicando los métodos propuestos.
5	Hacer proyecciones más reales del nivel de demanda y capacidad operativa.
6	Mejorar su nivel de ingresos y proponer bonos por productividad.

Fuente: Elaboración propia

A partir de ello, se ha propuesto una serie de acciones mitigadoras, mostradas en la tabla 36, con la finalidad de mermar y prevenir el impacto de los riesgos con mayor importancia para el proyecto.

Para el riesgo con mayor impacto, el de la rotación de personal, también se podría tener un plan de contingencia mitigador si la empresa lograra proyectar una demanda constante o estacionaria con cierto grado de confiabilidad, basado en la contratación de personal fijo adicional al ya existente. Esto implicaría agregar 3 personas adicionales a las 5 que ya se encuentran en planilla, generando un ahorro de S/.1198.00.

CONCLUSIONES

- La falta de estandarización de los métodos de trabajo en especial en los procesos de Estuchado y Etiquetado generan reprocesos. Estos se traducen en costos por reprocesos y reducción de la capacidad de trabajo dando como resultado la reducción de la rentabilidad.
- El tiempo estándar en el diseño de métodos de trabajo, aplica para cualquier proceso cuyas actividades se efectúen de manera repetitiva, consiguiendo con su estudio y análisis, el tiempo adecuado de trabajo. Para ello se debe tener en cuenta el tiempo suplementario correspondiente al tipo de trabajo que se realice, de forma que los cálculos tengan mayor validez.
- Se concluyen que las posturas inadecuadas tienen implicancia directa con la merma en la productividad de las operarias y como consecuencia genera lentitud en el trabajo.
- Toda empresa que no cuente con programas de análisis de puesto laborales va a tener deficiencias en el nivel de productividad, debido a que no se tendrá un diagnóstico correcto de los perfiles de los trabajadores, estándares de trabajo y verdadera capacidad operativo.

RECOMENDACIONES

- La empresa debe considerar realizar un análisis y estandarización de los procesos propuestos como Etiquetado y Estuchado, así como los de las áreas continuas.
- La empresa debe considerar realizar un análisis a otros procesos de la empresa tales como en el proceso ink jet, encogido de bolsas, con el fin de ubicar los puntos críticos y así poder plantear mejoras.
- La medición de tiempos debería ejecutarse en los distintos procesos que realiza la empresa, tomando en cuenta las diferencias entre los escenarios de los distintos productos, con la finalidad de obtener medidas más reales.
- Se debe considerar la posibilidad de considerar una posible automatización de procesos manuales repetitivos.
- Se debe contemplar la opción mapear o proyectar una demanda menos variables con el fin de tener mejores proyecciones con el fin de mejora.
- Se sugiere dar descansos de 10 minutos por jornada laboral a las operarias, con el fin de que el cuerpo repose de trabajos repetitivos y de alguna pequeña lesión sufrida durante la realización de los procesos.

BIBLIOGRAFÍA

ALIPÁZAGA, L. (2014). I Reunión Técnica en Regulación de Establecimientos Farmacéuticos. Recuperado de http://www.digemid.minsa.gob.pe/UpLoad/UpLoaded/PDF/EEF/RT1/REUNION_TECNICA_I.pdf

ARCINIEGA, R. & otros (2014). Estudio de tiempo y análisis de 8-Disciplinas aplicadas en la reducción de tiempos de proceso. Recuperado de <https://www.utcj.edu.mx/Publicaciones/Documents/Ingenieri%CC%81a%20de%20Procesos%20Casos%20Pra%CC%81cticos%202014.pdf#page=19>

CHAMORRO, J. (2014). Normalización y estandarización en el proceso de fabricación del papel tisú, utilizando la técnica del estudio del trabajo, en la empresa cartones y plásticos LTDA. (Tesis para optar por el título de ingeniería industrial). Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10614/6892>

CRUELLES, J. (2012). Ingeniería Industrial. Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua. Barcelona: Marcombo.

CUAMEA-CRUZ, G. & ROMÁN-VERDUGO, O. (2013). Análisis de los métodos que se emplean en el estudio de los puestos de trabajo para mejorar la productividad. Recuperado de http://www.irsitio.com/refbase/documentos/88_Olincer+CuameaCruz2013.pdf

DEL PRADO, J. (2014). La ergonomía y su influencia en la calidad del trabajo. Recuperado el de <http://www.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/actualidad-laboral/la-ergonomia-y-su-influencia-en-la-calidad-del-trabajo/>

DIRECCIÓN GENERAL DE MEDICAMENTOS INSUMOS Y DROGAS (DIGEMID) (2013). Reacondicionado de productos farmacéuticos, dispositivos médicos y productos sanitarios Recuperado de http://www.digemid.minsa.gob.pe/UpLoad/UpLoaded/PDF/Comunicados/2013/C16_2013-04-09.pdf

Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2009). Guía Metodológica para la formulación de indicadores. Bogotá: Scripto Gómez y Rosales. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Inversiones%20y%20finanzas%20pblicas/Guia%20Metodologica%20Formulacion%20-%202010.pdf>

DIRECCIÓN GENERAL DE MEDICAMENTOS INSUMOS Y DROGAS (DIGEMID) (2016). Normatividad. Recuperado de <http://www.digemid.minsa.gob.pe/Main.asp?Seccion=475>

DOMÍNGUEZ, S.; LÓPEZ, I.; GIMÉNEZ, M.; DERDE, D.; Pérez, A.; RAPALLINI, P.; PASQUALE, A.; CHALAR, A.; LISSE, A.; ANTONELLI, A. (2015). Oficina de Gestión de Proyectos: reporte de experiencia de estandarización, actualización y optimización de procesos en el ciclo de vida de las estaciones de trabajo. Recuperado de <http://44jaiio.sadio.org.ar/sites/default/files/sie126-135.pdf>

El Comercio (2016). Importaciones locales retroceden por segundo año. Recuperado de <http://elcomercio.pe/economia/peru/importaciones-locales-retroceden-segundo-ano-consecutivo-noticia-1877467>

ESPÍN, V. & TIGSE, C. (2015). Estudio de métodos de trabajo en el área de montaje de calzado en la empresa GUSMAR. (Tesis para optar por el título de ingeniería industrial). Ambato: Universidad Técnica de Ambato - Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/8647>

Gestión (2015). La Industria farmacéutica nacional en cifras. Recuperado de <http://gestion.pe/economia/industria-farmaceutica-nacional-cifras-2124554>

Gestión (2016). Importaciones peruanas cayeron 8% en el 2015. Recuperado de <http://gestion.pe/economia/importaciones-peruanas-cayeron-8-hasta-us-39146-millones-2015-2154298>

GONZALEZ, V. & otros (2014). Root-cause analysis in the aftersales management. Científicas y Humanísticas, 37 (2). Recuperado <http://200.74.222.178/index.php/tecnica/article/view/19949/19883>

GRIMALDO-LEÓN, G & otros. (2014). Análisis de métodos y tiempos: Empresa Textil Stand Deportivo, 2 (1). Recuperado de <http://revistasdigitales.uniboyaca.edu.co/index.php/reiv3/article/view/77/79>

Ingeniería Industrial (2016). Guía para la elaboración de un diagrama de proceso basado en la norma ASME. Recuperado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenier%C3%ADa-de-metodos/guia-para-elaborar-diagramas-de-proceso/>

Ingeniero Empresa (2016). Árbol de Problemas. Recuperado de <https://ingenioempresa.com/arbol-de-problemas/2016>

Isotools (2015). ¿En qué consiste una Matriz de Riesgos?. Recuperado de <https://www.isotools.org/2015/08/06/en-que-consiste-una-matriz-de-riesgos/>

LOMBANA, R. & otros. (2014). Diseño e implementación de un modelo de productividad para las pymes metalmecánicas de Bogotá. Revista de ingeniería, 10 (19). Recuperado de <http://revistas.fuac.edu.co/index.php/clepsidra/article/view/454>

LUNA, M. & otros. (2014). Diseño de estación de trabajo para operación manual. Recuperado de <https://www.utcj.edu.mx/Publicaciones/Documents/Ingenieri%CC%81a%20de%20Procesos%20Casos%20Pra%CC%81cticos%202014.pdf#page=28>

MARESCALCHI, J. & GONZALEZ, J. (2015). Estudio de Métodos y Programa de Implementación de Mejoras en Industria Panificadora. Recuperado de <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1829/PI%20Marescalchi%20Jose%20Luis.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

MARIÑO, C. & RONQUILLO, P. (2015). Estandarización de los procesos de fabricación en el área de montaje de la Empresa de Calzado Wonderland (Tesis para optar por el título de ingeniería industrial). Ambato: Universidad Técnica de Ambato- Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/10392>

MTM Ingenieros (2006). Tablas MTM-1. Recuperado de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102030/DOCUMENTOS_AVA_2015_I/mtm1.pdf

NIEBEL, B. & FREIVALDS, A. (2009). Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo. México: Alfaomega.

OSORIO, J. (2015). La rentabilidad de la ergonomía. Recuperado de http://www.paritarios.cl/especial_rentabilidad_dela_ergonomia.html

PEREZ, S., MENDEZ, J. & JIMENEZ, A. (2014). Análisis y optimización de estaciones de trabajo, con enfoque ergonómico para el aumento de la productividad y disminución de riesgos laborales. Recuperado de http://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias%20de%20la%20Ingenieria%20y%20Tecnologia%20T-IV/Articulo_17.pdf

PEDRAZA, L. (2010). Mejoramiento productivo aplicando herramientas de manufactura esbelta. Soluciones de Postgrado EIA (5). Recuperado de <http://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/671/1/RSO00055.pdf>

Prevencionar (2014). La ergonomía y la productividad una relación demostrada. Recuperado de <http://prevencionar.com/2014/06/08/la-ergonomia-y-la-productividad-una-relacion-demostrada/>

QUIROGA, C. y AGUIRRE, J. (2015). Solución de problemas de producción en una empresa de manufactura de suelas en León, Guanajuato, México. Revista CEA, 1(1), 121-130. Recuperado de <http://itmojs.itm.edu.co/index.php/revista-cea/article/view/707/694>

RODRIGUEZ, N., CHAVES, N., & MARTINEZ, P. (2014). Propuesta para la reducción de los tiempos improductivos en Dugotex S.A. Lasallista de Investigación, 11 (2). Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/695/69539788006.pdf>

Universidad Industrial de Santander (2012). Indicadores de Gestión. Recuperado de <https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/capacitacion/Indicadores%2520de%2520gestion.pdf>

ANEXOS

Tablas MTM-1

R - Alcanzar (Reach)

1 hora = 100.000 UMT
1 UMT = 10' horas

mtm ingenieros

d (cm)	Casos			
	Tipo I			
	RdA	RdB	RdC RdD	RdE
≤ 2	2,0	2,0	2,0	2,0
4	3,4	3,4	5,1	3,2
6	4,5	4,5	6,5	4,4
8	5,5	5,5	7,5	5,5
10	6,1	6,3	8,4	6,8
12	6,4	7,4	9,1	7,3
14	6,8	8,2	9,7	7,8
16	7,1	8,8	10,3	8,2
18	7,5	9,4	10,8	8,7
20	7,8	10,0	11,4	9,2
22	8,1	10,5	11,9	9,7
24	8,5	11,1	12,5	10,2
26	8,8	11,7	13,0	10,7
28	9,2	12,2	13,6	11,2
30	9,5	12,8	14,1	11,7
35	10,4	14,2	15,5	12,9
40	11,3	15,6	16,8	14,1
45	12,1	17,0	18,2	15,3
50	13,0	18,4	19,6	16,5
55	13,9	19,8	20,9	17,8
60	14,7	21,2	22,3	19,0
65	15,6	22,6	23,6	20,2
70	16,5	24,1	25,0	21,4
75	17,3	25,5	26,4	22,6
80	18,2	26,9	27,7	23,9
Δ cm	0,18	0,28	0,26	0,26

- A** Posición fija del objeto / No hay control visual
- B** Posición variable del objeto / Control visual parcial
- C** Decisión / Control visual
- D** Cuidado / Control visual
- E** No hay objeto / No hay control visual

Rm - Alcanzar con mano en movimiento (Reach in movement)

1 hora = 100.000 UMT
1 UMT = 10⁴ horas

mtm ingenieros

d (cm)	Casos							
	Tipo II				Tipo III			
	mRdA RdAm	mRdB RdBm	mRdC mRdD	mRdE RdEm	mRdA mRdBm	mRdB mRdEm	mRdC mRdEm	mRdE mRdEm
≤2	1,6	1,6	1,6	1,6	1,2	1,2	1,2	1,2
4	3,0	2,4	4,1	2,2	2,6	1,4	1,2	1,2
6	3,9	3,1	5,1	3,0	3,3	1,7	1,6	1,6
8	4,6	3,7	5,7	3,7	3,7	1,9	1,9	1,9
10	4,9	4,3	6,4	4,8	3,7	2,3	2,8	2,8
12	5,2	4,8	6,5	4,7	4,0	2,2	2,1	2,1
14	5,5	5,4	6,9	5,0	4,2	2,6	2,2	2,2
16	5,8	5,9	7,4	5,3	4,5	3,0	2,4	2,4
18	6,1	6,5	7,9	5,8	4,7	3,6	2,9	2,9
20	6,5	7,1	8,5	6,3	5,2	4,2	3,4	3,4
22	6,8	7,7	9,1	6,9	5,5	4,9	4,1	4,1
24	7,1	8,2	9,6	7,3	5,7	5,3	4,4	4,4
26	7,4	8,8	10,1	7,8	6,0	5,9	4,9	4,9
28	7,7	9,4	10,8	8,4	6,2	6,6	5,6	5,6
30	8,0	9,9	11,2	8,8	6,5	7,0	5,9	5,9
35	8,8	11,4	12,7	10,1	7,2	8,6	7,3	7,3
40	9,6	12,8	14,0	11,3	7,9	10,0	8,5	8,5
45	10,4	14,2	15,4	12,5	8,7	11,4	9,7	9,7
50	11,2	15,7	16,9	13,8	9,4	13,0	11,1	11,1
55	12,0	17,1	18,2	15,1	10,1	14,4	12,4	12,4
60	12,8	18,5	19,6	16,3	10,9	15,8	13,6	13,6
65	13,5	19,9	20,9	17,5	11,4	17,2	14,8	14,8
70	14,3	21,4	22,3	18,7	12,1	18,7	16,0	16,0
75	15,1	22,8	23,7	19,9	12,9	20,1	17,2	17,2
80	15,9	24,2	25,0	21,2	13,6	21,5	18,5	18,5
Δ cm	0,16	0,28

G - Coger (Get)

1 hora = 100.000 UMT
1 UMT = 10⁻⁴ horas

mtm ingenieros

Cerrando los dedos sobre el objeto	G1A	2,0
	G1B	3,5		Sección <3*3 mm
	G1C1	7,3		Ø > 12 mm
	G1C2	8,7		6 mm < Ø ≤ 12 mm
	G1C3	10,8		Ø ≤ 6 mm
	G3	5,6		G1A + 1,6 + RL 1
	G4A	7,3		≥ 25*25*25 mm
	G4B	9,1		≤ 25*25*25 mm > 6*6*3 mm
	G4C	12,9		< 6*6*3 mm
Por contacto	G5	0,0
Volver a coger	G2	5,6	Teoría RfA + MfB + (RfA)	

M - Mover (Move)

1 hora = 100.000 UMT
1 UMT = 10³ horas

mtm ingenieros

d (cm)	Casos		
	Tipo I		
	MdA	MdB	MdC
≤2	2,0	2,0	2,0
4	3,1	4,0	4,5
6	4,1	5,0	5,8
8	5,1	5,9	6,9
10	6,0	6,8	7,9
12	6,9	7,7	8,8
14	7,7	8,5	9,8
16	8,3	9,2	10,5
18	9,0	9,8	11,1
20	9,6	10,5	11,7
22	10,2	11,2	12,4
24	10,8	11,8	13,0
26	11,5	12,3	13,7
28	12,1	12,8	14,4
30	12,7	13,3	15,1
35	14,3	14,5	16,8
40	15,8	15,6	18,5
45	17,4	16,8	20,1
50	19,0	18,0	21,8
55	20,5	19,2	23,5
60	22,1	20,4	25,2
65	23,6	21,6	26,9
70	25,2	22,8	28,6
75	26,7	24,0	30,3
80	28,3	25,2	32,0
Δ cm	0,3	0,2	0,3

A Mover el objeto a la otra mano o contra un tope.

B Mover el objeto a una posición aproximada o indefinida

C Mover el objeto a una posición exacta

Mover con esfuerzo: Mdcaso PNE		
PNE hasta	Fd	Ce (SCPNE)
1	1,00	0,0
2	1,04	1,6
4	1,07	2,8
6	1,12	4,3
8	1,17	5,8
10	1,22	7,3
12	1,27	8,8
14	1,32	10,4
16	1,36	11,9
18	1,41	13,4
20	1,46	14,9
22	1,51	16,4

$$Mdcaso\ PNE = Mdcaso * Fd + Ce$$

Manos	PNE
1	P*Fc
2	P/2*Fc

Movimiento		Fc
Especial		1
Deslizante	Madera	0,4
	Metal sobre metal	0,3

PNE: Resistencia encontrada por una mano al movimiento

Fd: Factor dinámico

Ce: Constante estática

P: Peso del objeto movido

Fc: Coeficiente de fricción

d (cm)	Casos				
	Tipo II			Tipo III	
	mMdA MdAm	mMdB MdBm	mMdC	mMdAm	mMdBm
≤2	1,7	1,7	1,7	1,4	1,4
4	1,9	2,8	3,3	0,7	1,6
6	2,2	3,1	3,9	0,3	1,2
8	2,9	3,7	4,7	0,7	1,5
10	3,5	4,3	5,4	1,0	1,8
12	4,1	4,9	6,0	1,3	2,1
14	4,6	5,4	6,7	1,5	2,3
16	5,1	6,0	7,3	1,9	2,8
18	5,7	6,5	7,8	2,4	3,2
20	6,2	7,1	8,3	2,8	3,7
22	6,6	7,6	8,8	3,0	4,0
24	7,2	8,2	9,4	3,6	4,6
26	7,9	8,7	10,1	4,3	5,1
28	8,6	9,3	10,9	5,1	5,8
30	9,2	9,8	11,6	5,7	6,3
35	11,0	11,2	13,5	7,7	7,9
40	12,8	12,6	15,5	9,8	9,6
45	14,6	14,0	17,3	11,8	11,2
50	16,4	15,4	19,2	13,8	12,8
55	18,1	16,8	21,1	15,7	14,4
60	19,9	18,2	23,0	17,7	16,0
65	21,5	19,5	24,8	19,4	17,4
70	23,3	20,9	26,7	21,4	19,0
75	25,0	22,3	28,6	23,3	20,6
80	26,8	23,7	30,5	25,3	22,2
Δ cm		0,28

P - Posición (Position)

1 hora = 100.000 UMT
1 UMT = 10⁻⁶ horas

mtm ingenieros

POSICIÓN CON INTRODUCCIÓN	E	D
P1S _∞	5,6	11,2
P1SS _∞	9,1	14,7
P1NS _∞	10,4	16,0
P2S _∞	16,2	21,8
P2SS _∞	19,7	25,3
P2NS _∞	21,0	26,6
P3S _∞	43,0	48,6
P3SS _∞	46,5	52,1
P3NS _∞	47,8	53,4

S = Infinitas posiciones de entrada (>8) SS = Número limitado de posiciones (2 a 8) NS = 1 única posición de entrada

E = Manejo fácil

D = Manejo difícil

POSICIÓN SIN INTRODUCCIÓN		
TOLERANCIA=T	MOVER	POSICIÓN
$T > 12\text{ mm}$	MdB	--
$6\text{ mm} < T \leq 12\text{ mm}$	MdC	--
$1,5\text{ mm} < T \leq 6\text{ mm}$	MdC	P1
$0,4\text{ mm} < T \leq 1,5\text{ mm}$	MdC	P2
$T \leq 0,4\text{ mm}$	MdC	P3

Posicionar respecto al punto I:
Tolerancia = 2r

Posicionar respecto a la línea I
(a los dos lados de la línea)
Tolerancia = 2L

Posicionar respecto a la superficie
interior:
Tolerancia = Ø

Posicionar respecto a la línea I
(a un lado de la línea)
Tolerancia = L

RL - Soltar (Release)

1 hora = 100.000 UMT
1 UMT = 10⁻⁴ horas

mtm ingenieros

Soltar separando los dedos como movimiento independiente	RL1	2,0
Soltar el contacto	RL2	0,0

g (grados)	T_g / T_{gS}	T_{gM}	T_{gL}
30	2,8	4,4	8,4
45	3,5	5,5	10,5
60	4,1	6,5	12,3
75	4,8	7,5	14,4
90	5,4	8,5	16,2
105	6,1	9,6	18,3
120	6,8	10,6	20,4
135	7,4	11,6	22,2
150	8,1	12,7	24,3
165	8,7	13,7	26,1
180	9,4	14,8	28,2

AP - Aplicar Presión (Apply Pressure)

1 hora = 100.000 UMT
1 UMT = 10⁴ horas

mtm ingenieros

APA	10,6	AF + DM + RLF
APB	16,2	G2 + APA

D - Desmontar (Disengage)

1 hora = 100.000 UMT
1 UMT = 10⁻⁴ horas

mtm ingenieros

Desmontar	E	D	Esfuerzo	Retroceso (cm)	Cuidado en el manejo	Δ por trabazón
D1_{...}	4,0	5,7	Muy pequeño	d ≤ 2	D2 _{...}	...
D2_{...}	7,5	11,8	Normal	2 < d ≤ 12	D3 _{...}	+G2
D3_{...}	22,9	34,7	Considerable	12 < d ≤ 30	Cambiar el método	+APB

E - Movimientos oculares (Eye movements)

1 hora = 100.000 UMT
1 UMT = 10⁻⁴ horas

mtm ingenieros

Recorrido ocular	Movimiento de los ojos para desviar la mirada de un punto a otro	$ET \frac{t}{d}$	$15,2 * \frac{t}{d}$	Máximo 20 UMT
------------------	--	------------------	----------------------	---------------

Enfoque ocular	Mirar un objeto para reconocer una característica de fácil distinción	EF	7,3	Dentro del área de visión normal
----------------	---	----	-----	----------------------------------

Área de visión normal

Área que puede ser abarcada sin desviar la vista

Leer

Comprender textos, palabras aisladas, letras, cifras y signos mediante la adaptación de los ojos y recorridos oculares	$5,05 * n$	Tiempo de leer n palabras de forma continua en un texto normal
	EF	Tiempo de leer 1 palabra suelta, 3 cifras, 3 dígitos o 1 signo