

Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña

Facultad de Ciencia y Tecnología
Escuela de Ingeniería Industrial

"Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación
de carga en una industria de dispositivos médicos"



Trabajo de grado presentado por:

Gilsy Yamily Cleto Campusano

Yudelis Anabel González Martínez

Para la obtención del grado de:

Ingeniero Industrial

Santo Domingo, D.N.

Enero 2019

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos”

Contenido:

| | |
|---|-------------|
| DEDICATORIA ----- | vi |
| AGRADECIMIENTOS ----- | viii |
| PRIMERA PARTE GENERALIDADES ----- | 1 |
| CAPITULO I GENERALIDADES ----- | 2 |
| 1.1 Introducción----- | 2 |
| 1.2 Justificación----- | 4 |
| 1.3 Motivación----- | 5 |
| 1.4 Objetivos ----- | 7 |
| CAPITULO II MARCO CONCEPTUAL ----- | 8 |
| 2.1 Antecedentes del problema----- | 8 |
| 2.2 Planteamiento del problema----- | 9 |
| 2.3 Formulación del problema----- | 10 |
| 2.4 Sistematización del problema----- | 10 |
| 2.5 Alcance y límites----- | 11 |
| 2.6 Delimitación de la investigación----- | 11 |
| CAPITULO III MARCO TEÓRICO ----- | 12 |
| 3.1 Base Teórica----- | 12 |
| 3.2 Marco de referencia----- | 17 |
| CAPITULO IV MARCO METODOLÓGICO ----- | 28 |
| 4.1 Tipo de investigación----- | 28 |

"Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos"

| | | |
|---|---|-----------|
| 4.2 | Diseño de la investigación | 28 |
| 4.3 | Método | 28 |
| 4.4 | Instrumentos de investigación | 29 |
| 4.5 | Técnicas de análisis de datos | 30 |
| 4.6 | Metodología de la investigación | 31 |
| SEGUNDA PARTE: DESARROLLO DEL PROYECTO | | 32 |
| CAPITULO V SITUACION ACTUAL | | 33 |
| 5.1 | Descripción de la situación actual | 34 |
| 5.2 | Características críticas para la calidad (CTQs) | 40 |
| 5.3 | Factores relacionados al problema | 41 |
| 5.4 | SIPOC (Supplier, Inputs, Process, Outputs, Customers) | 41 |
| 5.5 | Descripción del proceso productivo | 43 |
| 5.6 | Medición del desempeño del proceso | 48 |
| 5.7 | Diagrama de espagueti | 53 |
| CAPÍTULO VI ANALISIS DE LAS CAUSAS POTENCIALES | | 55 |
| 6.1 | Diagrama de flujo de proceso | 56 |
| 6.2 | Diagrama de causa y efecto | 58 |
| 6.3 | Diagrama de Pareto | 60 |
| 6.4 | Análisis de las posibles causas | 62 |
| 6.5 | Resumen | 76 |
| CAPITULO VII PROPUESTA | | 77 |
| 7.1 | Propuesta 1: Rediseño del proceso y estación de trabajo | 77 |
| 7.2 | Propuesta 2: Implementación de 5S | 83 |

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos”

| | | |
|---|-----------------------|------------|
| 7.3 | Resumen | 89 |
| 7.4 | Resultados | 92 |
| CAPITULO VIII EVALUACION ECONOMICA | | 103 |
| 8.1 | Estudio económico | 103 |
| CAPITULO IX CONSIDERACIONES FINALES | | 109 |
| 9.1 | Conclusión | 109 |
| 9.2 | Recomendaciones | 113 |
| CAPITULO X REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA | | 114 |
| 10.1 | Bibliografía | 114 |
| 10.2 | Tablas de referencias | 116 |
| 10.3 | Figuras | 118 |
| 10.4 | Anexos | 119 |

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos”

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del
proceso de preparación de carga en una industria de
dispositivos médicos”

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos”

DEDICATORIA

Le dedico este trabajo de grado al Dios todopoderoso por todo, sin el nada de esto hubiera sido posible.

A mis padres, Genaro Cleto y Daisy Campusano por toda su confianza y disposición a siempre ayudarme.

A mi hermana Mercy, por estar en todos los momentos en que la necesitaba.

A mi madrina Agustina, por creer siempre en mí y apoyarme.

A todo ser humano que desea superarse en esta vida y alcanzar sus objetivos sin importar los obstáculos.

Gilsy Yamily Cleto Campusano

Dedico este trabajo de grado a mí, por todo el sacrificio que represento llegar hasta aquí y por todo lo que aprendí en este viaje.

A mi madre, Olga Martínez, por nunca cortarme las alas. Por siempre recordarme que tengo la capacidad para lograr lo que quiera y por creer desde siempre que voy a llegar lejos, eso me daba y me da fuerzas cada día.

Por tener siempre mi cena lista cuando llegaba, por comprender que estaba cansada y que no podía ayudar en la casa, por exigirme solo estudiar y no cargarme con más cosas y por siempre aceptar mi libertad de expresión con respeto. Por ser el mejor ejemplo de amor y justicia.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

Por esto e infinitas cosas más te dedico este y todos los logros de mi vida. Te amo.

A mi padre, Eduardo González, por sentir orgullo y por creer en mí siempre. Por ser un padre dedicado y esforzarse hasta mas no poder trabajando para que no me falte nada. Te dedico este logro y todos los venideros.

A mis hermanos, Yafreisi, Yuneidis, Yessica y Randolphi, por siempre recordarme todo lo que soy capaz de dar, por impulsarme a seguir adelante y por nunca decir un no si necesito algo. Muchísimas gracias por estar siempre.

A mis sobrinos, Ean, Elias, Elian y Sophia, por darme razones de seguir adelante.

A mis amigas, Grisleidy, Demi & Rosangela, que en realidad son hermanas para mí, por estar apoyándome en cada paso y decisión que tomo, por siempre estar dispuestas a ayudarme sin importar la situación. Agradezco a la vida por ponerlas en mi camino y por haberme permitido conocer personas que sienten y viven como yo.

A Emmanuel Del Rosario, por enseñarme que la serenidad, tolerancia y amabilidad te pueden abrir muchas puertas.

A los soñadores, no importa género, etnia, edad o clase social, no dejen que nadie les diga que no lo pueden lograr. El mundo está hecho por y para nosotros.

Yudelis Anabel González Martínez

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios, por siempre darme fuerzas para continuar y no permitirme caer en los momentos más difíciles.

A todas las personas que estuvieron en todo el proceso de mi formación como profesional.

A mis padres, Genaro Cleto y Daisy Campusano por estar siempre presentes en toda mi formación académica y permitir que cumpliera todos mis sueños. A mis hermanos Mercy y Jeffry, por su apoyo incondicional, a mi madrina Agustina y a mi tía Gladys por estar pendiente de mí. A toda mi familia, gracias.

A mi compañera de tesis Yudelis, por acompañarme en todo este proceso de elaboración de muchos proyectos y compartir sus ideas conmigo.

A mis amigos, Guillermo Pinales, Patricia Beltre, Paul Peña, Isarelis Lluberes, Lucimar Gómez, Ewdy Gómez y Any Romero por acompañarme y estar presente cada vez que los necesitaba.

A mis compañeros de trabajo, Sorayda Cepeda, Sarah Pérez, Yamilet Ysabel, Virgilio Feliz, Melba Tejeda, Rodolfo Olmos y Eladio de León por aportar un granito de arena en esta elaboración y ser mi soporte en todo.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos”

A la MESCYT y a la UNPHU por brindarme la oportunidad de formar parte de su comunidad. A mi asesor Teodoro Burgos por enseñarme a ver las cosas desde otra perspectiva y ayudarme a culminar una fase de mi vida. Gracias.

Gilsy Yamily Cleto Campusano

A Dios, por siempre darme fuerzas para continuar y por regalarme el don de la perseverancia.

A mi madre, Olga Martínez, por creer en que esto valdría la pena, por depositar todo su dinero sin pensarlo dos veces y por apoyarme monetariamente en todas mis decisiones. Sin tu poyo moral, económico y emocional esto hubiera sido más difícil de lograr. Este logro definitivamente debería llevar tu nombre junto al mío. Infinitas gracias mami.

A mi padre, Eduardo González, por creer en que mi educación es una gran inversión. Por ser mi mejor ejemplo de trabajo y constancia.

A mi compañera de tesis, Gilsy Cleto, por su comprensión, disposición y apoyo en todo este trayecto. Te mereces todo lo mejor.

A mis amigos de la UNPHU, Patricia Beltre, Isarelis Lluberes, Laura Virginia Rodríguez, Eloísa Falcón & Erickson Ángeles, por siempre estar dispuestos a ayudarme y por brindarme una amistad sincera. Conocerlos es de las mejores cosas que me dejó la universidad.

"Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos"

A nuestro asesor, Teodoro Burgos, por dedicar tiempo y esfuerzo para este
proyecto y por mostrar disposición y ética en todo momento.

Yudelis Anabel González Martínez

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos”

PRIMERA PARTE **GENERALIDADES**

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

CAPITULO I GENERALIDADES

1.1 Introducción

El nivel de satisfacción del cliente es y será siempre la métrica más importante en lograr, para esto se debe tener un sistema de gestión que su principal objetivo sea la entrega de productos de alta calidad en el menor tiempo posible.

A diferencia de otros sectores, la industria de dispositivos médicos no solo se enfoca en proveer productos de calidad, sino en entregarlo a tiempo, ya que estos productos no solo tratan de satisfacer una necesidad, sino van más allá, salvar vidas.

Con este trabajo de grado, se busca analizar las variables que afectan el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos, utilizando herramientas analíticas y desarrollándolas con el orden lógico del método científico.

El desarrollo de este trabajo inicia con las razones que sustentan esta investigación y los objetivos que se quieren lograr si se implementa esta propuesta. Se prosigue con los eventos que precedieron la situación actual, se describe la problemática y se delimita que tanto se abarcará dentro del objeto de estudio. Se definen términos y referencias de investigación que sostienen el desarrollo de la misma.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos”

Se detalla que metodologías de investigación se utilizarán y se añade una breve descripción del método científico aplicado a la investigación.

Se define la situación actual, se miden las variables relacionadas al problema y se analizan cada una de las causas potenciales. Luego de los resultados, se proponen soluciones que ataquen y/o mitiguen el problema. También, se realiza una evaluación económica de las soluciones propuestas y se describen las referencias bibliográficas y los anexos utilizados en este trabajo de grado. De esta forma se concluye la investigación.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

1.2 Justificación

En el transcurso de los años, se ha convertido más difícil competir en el mercado, ya que día a día se van introduciendo nuevos competidores y hay más opciones de donde elegir, por lo que una ventaja competitiva que puede hacer a las empresas la primera elección, es la entrega de productos de calidad justo en el momento en que el cliente lo desea. Una de las características fundamentales para tener un negocio exitoso es el corto plazo de entrega de los productos. (Turbide, 2012).

“La gestión del tiempo determina los beneficios de la empresa. El tiempo es equivalente a beneficios, por lo que cada vez más, las empresas apoyan sus estrategias competitivas en el factor tiempo, ya sea reduciendo tiempos en desarrollo de productos, en producción o en la distribución de los mismos” (Little, 2013).

Cuando la demanda no es cumplida a tiempo, algo si es seguro, la razón siempre será que el tiempo de duración de uno de los elementos del sistema está por encima del tiempo que debería durar. Hay muchas formas de darse cuenta cual es el elemento, una de ellas es observar cual proceso del sistema se queda esperando hasta que termine su predecesor para ellos empezar a operar. En este caso, el área de Shipping es el proceso que espera y su predecesora es el área de preparación de carga.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

La razón de esta investigación es profundizar y encontrar soluciones que puedan mejorar el tiempo de ciclo del área de preparación de carga.

En base a lo mencionado anteriormente, esta propuesta se consideró por las oportunidades que existen en esta área. En el proceso actualmente existen 3 de las 8 mudas (desperdicios) tales como transporte, movimientos y espera. Esto está afectando directamente al Lead Time, a la productividad, eficiencia y rentabilidad de la empresa. Por estas razones, se ha decidido proponer mejoras al proceso, para que así la empresa pueda entregar a los clientes productos terminados en menor tiempo, con calidad y sin incurrir en costos adicionales.

Implementando esta propuesta se pueden obtener beneficios, tales como: aumentar los indicadores de rendimiento (KPI) como la productividad, eficiencia, eficacia, satisfacción en los clientes, reducción de inventarios, reducción del tiempo de entrega (Lead time) y en su defecto se incrementarían los ingresos y competitividad de la empresa.

1.3 Motivación

Realizar esta propuesta significa mucho para mí, ya que siempre he dicho que puedo hacer una diferencia en este mundo y que todos tenemos un motivo por el cual nacimos. Es importante implementar esta propuesta ya que puedo hacer un cambio significativo tanto para la empresa como en mi vida profesional.

Además, me permite implementar todos los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera y tener una gran experiencia para poder desarrollar mis

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos”

habilidades, fortalecer mis conocimientos, reconocer mis debilidades para convertirla en una oportunidad de mejora.

Gilsy Yamily Cleto Campusano

Desde mi niñez siempre tuve la inquietud de hacer algo significativo, algo que cambie la vida de una o varias personas para bien, de mejorarla o de crear algo que sea útil para ellos, por eso estudié esta carrera.

Llega un punto en la carrera donde te das cuenta hacia donde enfocar tus conocimientos y cuando entré a la industria de dispositivos médicos me di cuenta que podía combinar mis deseos de ayudar en la salud de las personas y al mismo tiempo desarrollar mi carrera. Este fue el motivo con más peso para escoger este tema como proyecto de grado.

Con este proyecto busco demostrar mis conocimientos adquiridos y al mismo tiempo hacer lo que me apasiona que es ayudar a la gente, pero esta vez desde un punto de vista lógico y estructurado. Espero que podamos desarrollar nuestra propuesta de manera exitosa y de paso desarrollarnos profesionalmente aplicando la ingeniería industrial en el campo donde elegimos ejercer.

Yudelis Anabel González Martínez

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar una propuesta para reducir el tiempo de ciclo en el proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos.

1.4.2 Objetivos específicos

- Definir la situación actual y los requerimientos críticos del cliente que influyen en el proceso productivo.
- Medir y evaluar las variables que inciden en el proceso que aumenta el tiempo del ciclo.
- Analizar e identificar las causas potenciales que afectan las variables del proceso.
- Proponer soluciones efectivas para reducir el tiempo de ciclo.
- Realizar una evaluación económica de la propuesta.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

CAPITULO II MARCO CONCEPTUAL

2.1 Antecedentes del problema

Las industrias de dispositivos médicos consideran la calidad de sus productos como la métrica más importante en lograr, esto sucede por el fin al cual son destinados los mismos. Cumplir con los estándares de calidad puede representar un gran reto y puede provocar el incumplimiento de otras métricas en el proceso productivo. Muchas de estas industrias trabajan con tiempos de ciclo elevado, esto ocurre por la importancia de cumplir el factor calidad.

Esta empresa se dedica al ensamble de dispositivos médicos de tipo quirúrgicos, endomecánicos y válvulas neurológicas. La familia de productos a estudiar son las válvulas neurológicas, catéteres e instrumentos médicos.

Las auditorías en este tipo de empresa se realizan constantemente, con el objetivo de verificar el cumplimiento de sus procesos. En agosto del 2017 estaban en un proceso de preparación para una auditoría Dekra, sabían que las cosas no estaban en su óptimo funcionamiento y decidieron hacer un estudio de métodos, en este se encontraron con resultados un tanto alarmantes con relación a la productividad.

A partir de estos resultados se creó la necesidad de saber el porqué de esta situación y como mejorar ese indicador.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

2.2 Planteamiento del problema

Actualmente el área de preparación de carga de la empresa que ensambla productos neurológicos, no cumple a tiempo con la demanda requerida. En el área, se puede apreciar una mala utilización de los espacios disponibles, no hay lugares designados para colocar los materiales y no existe un flujo de materiales eficiente para poder completar una caja corrugada. Lo cual hace que se generen movimientos y transportes adicionales sin agregarle ningún valor al producto. Estas posibles causas reflejan que el diseño del área puede ser el factor principal que provoca esta problemática.

En el transcurso del tiempo, esto puede generar grandes pérdidas monetarias, ya que esto incide en aumentar los costos de almacenamientos y disminuir las ventas de los productos. Esta es una de las mayores preocupaciones de las empresas hoy en día. También podría ocasionar pérdida de la trazabilidad del producto creando dificultades para detectar y corregir a tiempo los problemas de calidad y reaccionar rápidamente a la demanda. Pero lo más relevante es que estos productos son utilizados para restaurar la salud en los pacientes que tienen hidrocefalia, por lo que un retraso en la entrega de este puede demorar una operación quirúrgica a un paciente. Además, este problema puede provocar lesiones ergonómicas y accidentes laborales a los clientes internos.

Para evitar estas circunstancias, es necesario evaluar el diseño del proceso productivo para determinar soluciones que permitan mejorar la productividad,

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

reducir costos y optimizar los recursos. Esto se puede lograr analizando el método, los equipos, el proceso y los materiales utilizados en la línea de producción para así mitigar los desperdicios del área, evitar costos adicionales, proteger a los empleados y asegurar la entrega del producto a tiempo.

Se ha decidido implementar herramientas analíticas para buscar soluciones factibles que mitiguen las causas que radican en esta problemática y permita obtener beneficios tanto para la empresa como para la sociedad.

2.3 Formulación del problema

¿Cómo aumentar la capacidad de producción realizando un rediseño al sistema en el área de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos?

2.4 Sistematización del problema

1. ¿De qué modo afecta el tiempo de ciclo del proceso en la capacidad de producción del área?
2. ¿Cuáles variables son afectadas por el tiempo de ciclo elevado?
3. ¿Cuál es la capacidad de producción actual?
4. ¿Cuáles son las causas principales de este problema?
5. ¿Cuál de las causas evaluadas tiene mayor impacto?
6. ¿Existen desperdicios que influyen en este problema?
7. ¿Qué acciones pueden mitigar este problema?

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

2.5 Alcance y límites

Este proyecto de grado abarca el proceso de preparación de carga de los productos neurológicos manufacturados en una industria de dispositivos médicos en República Dominicana, desde el momento en que llegan las unidades en cajas plegadizas hasta entregar los productos dentro de cajas corrugadas en paletas al área de Embarque.

La empresa no permite la divulgación de su nombre ni ninguna información relevante para mantener la confidencialidad de sus operaciones. El siguiente trabajo no abarca la puesta en práctica de la mejora propuesta.

2.6 Delimitación de la investigación

Para la realización de esta investigación, se ha seleccionado una empresa de dispositivos médicos ubicada en República Dominicana, dedicada al sector médico industrial. Esta investigación fue realizada entre el periodo inicia a partir de mayo 2018 hasta enero 2019.

Se realizaron evaluaciones de las variables que son afectadas por el tiempo de ciclo elevado tales como productividad, tiempo de ciclo, tiempo takt, utilización y eficiencia y se desarrollaron diagramas que permite ver con mayor claridad la magnitud del problema en cuestión.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

CAPITULO III MARCO TEÓRICO

En este capítulo se definen los términos que han sido utilizados en el desarrollo de esta investigación, con la finalidad de que el lector pueda entender con mayor facilidad y claridad.

3.1 Base Teórica

- **Lean Manufacturing** (“producción ajustada”) significa persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio. Puede considerarse como un conjunto de herramientas que se desarrollaron en Japón inspiradas en parte, en los principios de William Edwards Deming. (Rajadell & Sanchez, 2010)
- **Capacidad de diseño:** es la producción teórica máxima de un sistema en un periodo dado bajo condiciones ideales. (Heizer, 2009)
- **Capacidad efectiva:** es la capacidad que una empresa espera alcanzar dadas las restricciones operativas actuales. (Heizer, 2009)
- **Utilización:** es el porcentaje de la capacidad de diseño que realmente se logra. (Heizer, 2009)

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

- **Valor agregado** es una actividad que transforma la materia prima o información para satisfacer las necesidades del cliente. (Rajadell & Sanchez, 2010)
- **Muda:** significa desperdicio. Todo aquello que consume recursos y no aporta valor para el cliente y los procesos. Toda actividad que se considere inútil o innecesaria. Muda es incluso no aprovechar todo el talento y el potencial de las personas que colaboran en la organización.
- **Diagrama de flujo:** es una herramienta de planificación y análisis utilizada para definir y analizar procesos de manufacturas, ensamblado o servicios, construir una imagen de procesos etapa por etapa para su análisis, discusión o con propósitos de comunicación también se utiliza para definir, estandarizar o encontrar áreas de un proceso susceptibles de ser mejoradas. (Richard Y. Chang, 1999)
- **Diagrama de causa y efecto:** También llamados diagramas de espina de pescado, muestran las relaciones propuestas hipotéticamente entre causas potenciales y el problema que se estudia. Cuando se tiene un diagrama de causas y efectos, procedería el análisis para averiguar cuál de las causas potenciales contribuía al problema. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

- **Tiempo de ciclo:** Es la métrica para establecer el tiempo de duración de un proceso. El CT representa el tiempo que transcurre desde que comenzamos a trabajar en un producto hasta que estamos preparados para comenzar con el siguiente dentro de un proceso o estación de trabajo. (Calidad total, 2016)
- **Tiempo takt:** representa el tiempo que debe tardar el proceso en entregar un producto terminado, completo, para cumplir la demanda del cliente. (Calidad total, 2016)
- **Tiempo de entrega:** es el tiempo que transcurre desde que se inicia un proceso de producción, al generarse una orden, hasta que se completa (incluyendo el tiempo de entrega al cliente). (Calidad total, 2016)
- **Productividad:** es una medida de la salida (los resultados) dividida entre la entrada (los recursos). (Meyers & Stephens , 2006)
- **Eficiencia:** es la proporción de la producción real de un proceso en relación con algún parámetro (Chase , Jacobs, & Aquilano, 2009)
- **Cuello de botella:** es la actividad de un proceso que limita la capacidad global del proceso. (Chase , Jacobs, & Aquilano, 2009)

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos”

- **MRO:** Mantenimiento, Reparación y Operaciones, abarca todo el material indirecto relacionado directamente con el producto y los servicios que son vitales para el funcionamiento continuo de la producción en la industria. (Solo mantenimiento, 2010)
- **Diagrama de Espagueti:** es una herramienta muy fácil de usar que intenta reproducir visualmente la movilización de personas o equipos en un área determinada. Esto se realiza con el propósito de entender y documentar el desperdicio que ocurre de forma recurrente. (Mejoramiento continuo, 2016)
- **Diagrama de flujo de proceso:** es una representación gráfica de un proceso. Cada paso del proceso se representa por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa de proceso. Los símbolos gráficos del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican la dirección de flujo del proceso. (Gestión de Procesos, s.f.)
- **Gráfica del proceso productivo:** combina la gráfica de las operaciones con la gráfica del proceso. La gráfica de las operaciones usa un solo símbolo, el círculo, o símbolo de operación. La gráfica de flujo del proceso es tan sólo cinco veces más, porque usa los cinco símbolos de la gráfica del proceso. (Meyers & Stephens , 2006)

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

- **Diagrama de Pareto:** Esta gráfica desglosa un problema en las contribuciones relativas de sus componentes. Se basan en el resultado empírico común de que un gran porcentaje de los problemas se deben a un pequeño porcentaje de causas. (Chase , Jacobs, & Aquilano, 2009)
- **Diagrama bimanual:** muestra todos los movimientos y retrasos atribuibles a las manos derecha e izquierda y las relaciones que existen entre ellos. (Niebel, 2009)
- **Lluvia de ideas:** es una técnica frecuentemente usada para producir ideas creativas. Generalmente se le define como una técnica de creatividad de grupo para generar una gran cantidad de ideas para resolver un problema. (Penagos, 2009)
- **SIPOC:** es un modelo formalizado de insumos y productos, que se usa para definir las etapas de un proyecto. (Chase , Jacobs, & Aquilano, 2009)
- **AMEF:** es un método estructurado para identificar, calcular, conferir prioridades y evaluar el riesgo de posibles fallas en cada etapa de un proceso. Comienza por identificar cada elemento, montaje o parte del proceso y anotar los modos posibles de fallo, causas potenciales y efectos de cada falla. Para cada modo

"Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos"

de falla se calcula un número de prioridad de riesgo (Chase , Jacobs, & Aquilano, 2009)

3.2 Marco de referencia

Administración de operaciones y suministro

Es el diseño, la operación y la mejora de los sistemas que crean y entregan los productos y los servicios primarios de una empresa. La AOS, al igual que el marketing y las finanzas, es un campo funcional de la empresa que tiene una clara línea de responsabilidades administrativas. (Chase , Jacobs, & Aquilano, 2009)

Medición del desempeño del proceso

Las formas en que se calculan las medidas del desempeño en la práctica son muy variables. A continuación, se define las medidas de forma congruente con la que se usa más comúnmente en la práctica. Sin embargo, antes de tomar decisiones, es vital entender con precisión cómo se calcula una medida que proviene de una compañía o industria particulares. Sería mucho más fácil si las medidas se calcularan de forma más consistente, pero no es el caso. Por lo tanto, si un gerente dice que su utilización es de 90% o su eficiencia es de 115%, la siguiente pregunta normal es: "¿Cómo calculó eso?". Las medidas muchas veces se calculan en el contexto de un proceso particular. Es importante comprender cómo se está utilizando un término dentro del contexto en cuestión. La comparación de las medidas de una compañía con las de otra, muchas veces llamado

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos”

benchmarking, es una actividad importante. Las medidas indican a la empresa si se está avanzando hacia una mejoría. Así como las medidas financieras tienen valor para los contadores, las medidas del desempeño de los procesos brindan al gerente de operaciones una ponderación de qué tan productivamente está operando un proceso en la actualidad y de cómo la productividad va cambiando con el transcurso del tiempo.

Con frecuencia, los gerentes de operaciones deben mejorar el desempeño de un proceso o proyectar las repercusiones de un cambio propuesto. La medida más común de los procesos posiblemente es la utilización. La utilización es la proporción de tiempo que un recurso es usado de hecho en relación con el tiempo que está disponible para su uso. La utilización siempre se mide en relación con algún recurso; por ejemplo, la utilización del trabajo directo o la utilización de una máquina como recurso. La diferencia entre productividad y utilización es importante. Productividad se refiere a la proporción de productos en relación con los insumos. La utilización mide la activación real del recurso. Por ejemplo, ¿cuál es el porcentaje de tiempo que una máquina costosa se encuentra efectivamente en operación? (Chase , Jacobs, & Aquilano, 2009)

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

Estudio de tiempo

Un estándar de tiempo se define como el tiempo requerido para producir un artículo en una estación de manufactura, con las tres condiciones siguientes: operador calificado y bien capacitado, manufactura a ritmo normal, y hacer una tarea específica. (Meyers & Stephens , 2006)

Estudio de tiempo con cronómetro

El estudio de tiempos se define como el proceso de determinar el tiempo que requiere un operador hábil y bien capacitado que trabaja a ritmo normal para realizar una tarea específica.

El procedimiento del estudio de tiempos está diseñado en 10 pasos secuenciales mostrados a continuación:

Paso 1. Seleccionar el trabajo a estudiar.

Paso 2. Recabar información acerca del trabajo.

Paso 3. Dividir el trabajo en elementos.

Paso 4. Hacer el estudio de tiempos reales.

Paso 5. Extender el estudio de tiempos.

Paso 6. Determinar el número de ciclos por cronometrar.

Paso 7. Calificar, nivelar y normalizar el rendimiento del operador.

Paso 8. Aplicar tolerancias.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

Paso 9. Verificar la lógica.

Paso 10. Publicar el estándar de tiempo.

En el anexo 1, se muestra una guía para determinar el número de observaciones que se observarán en un estudio de tiempo.

Reducción del tiempo de ejecución de un proceso

Los procesos críticos están sujetos a la conocida regla que dice que el tiempo es oro. Por ejemplo, cuanto más tiempo espere un cliente, tanto más probable será que opte por acudir a otro lugar. Cuanto más tiempo se tenga material en inventario, tanto más alto será el costo de la inversión. Existen unas cuantas excepciones en los servicios, donde una mayor cantidad de tiempo en el proceso puede llevar a más dinero.

Por desgracia, los procesos críticos suelen depender de recursos limitados específicos y ello da por resultado los cuellos de botella. El tiempo de procesamiento en ocasiones se puede disminuir sin comprar equipamiento adicional.

A continuación, se presentan algunas sugerencias para reducir el tiempo de ejecución de un proceso que no requiere que se compre nuevo equipamiento. Con frecuencia, lo conveniente es una combinación de ideas.

1. Desempeñe actividades de forma paralela. La mayor parte de los pasos del proceso de una operación se desempeñan en secuencia. El enfoque en serie da por resultado que el tiempo de ejecución del proceso entero sea la suma de los pasos individuales más el transporte y el tiempo de espera entre pasos. Un enfoque

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

paralelo puede disminuir el tiempo de procesamiento hasta 80% y generar un mejor resultado. Un ejemplo clásico es el desarrollo de productos, en cuyo caso la tendencia actual es la ingeniería concurrente. En lugar de crear un concepto, hacer esquemas, preparar una lista de materiales y hacer un diagrama de los procesos, todas las actividades las realizan en forma paralela equipos integrados. El tiempo de desarrollo disminuye enormemente y las necesidades de todos los involucrados son abordadas durante el proceso de desarrollo.

2. Cambie la secuencia de las actividades. Los documentos y los productos muchas veces se transportan para llevarlos a las máquinas, a los departamentos, a los edificios y demás y, después, para traerlos de regreso. Por ejemplo, un documento puede ser llevado y traído entre dos oficinas varias veces para su lectura y firma. Si se modifica la secuencia de algunas de estas actividades, el documento podría ser objeto de un mayor procesamiento desde que llega a un edificio por primera vez.

3. Disminuya interrupciones. Muchos procesos se efectúan con intervalos de tiempo relativamente largos entre actividades. Por ejemplo, las órdenes de compra tal vez sólo se giren cada tercer día. Así, las personas que preparan los reportes que derivan en órdenes de compra deben tener presente las fechas límite para cumplirlas, porque si se mejoran los tiempos de estos procesos se puede ahorrar mucho tiempo por los días que toma su procesamiento. (Chase , Jacobs, & Aquilano, 2009)

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

Lean Manufacturing

El enfoque Lean Manufacturing busca aumentar la velocidad de los procesos eliminando las ineficiencias y optimizando la creación de valor. Las herramientas Lean (SMED, JIT, Kanban, 5S, TPM, Hoshin, Standardized Work, entre otras) permiten aumentar la flexibilidad, la fiabilidad, la productividad y la calidad de los procesos, productos y servicios de empresas y organizaciones de diferentes sectores (industrial, salud y otros servicios). (Cursos Lean Seis Sigma, 2018)

“Una de las mejoras maneras de conocer el desempeño de los procesos es mediante el análisis de los tiempos involucrados. Para esto, dentro de la metodología lean están definidos tres tiempos cruciales para su correspondiente funcionamiento: tiempo takt, tiempo de ciclo y tiempo de entrega.” (Calidad total, 2016)

Tipos de despilfarro

Despilfarro por exceso de almacenamiento El almacenamiento de productos presenta la forma de despilfarro más clara porque esconde ineficiencias y problemas crónicos hasta el punto que los expertos han denominado al stock la “raíz de todos los males”. Desde la perspectiva Lean/JIT, los inventarios se contemplan como los síntomas de una fábrica ineficiente porque:

- Encubren productos muertos que generalmente se detectan una vez al año cuando se realizan los inventarios físicos. Se trata de productos y materiales

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos”

obsoletos, defectuosos, caducados, rotos, etc., pero que no se han dado de baja.

- Necesitan de cuidados, mantenimiento, vigilancia, contabilidad, gestión, etc.
- Generan costes difíciles de contabilizar: deterioros en la manipulación, obsolescencia de materiales, tiempo empleado en la detección de errores, incremento del lead time con posible insatisfacción para clientes, mayor dependencia de las previsiones de ventas, etc.

El despilfarro por almacenamiento es el resultado de tener una mayor cantidad de existencias de las necesarias para satisfacer las necesidades más inmediatas. El hecho de que se acumule material, antes y después del proceso, indica que el flujo de producción no es continuo.

El desperdicio por sobreproducción es el resultado de fabricar más cantidad de la requerida o de invertir o diseñar equipos con mayor capacidad de la necesaria. La sobreproducción es un desperdicio crítico porque no incita a la mejora ya que parece que todo funciona correctamente. Además, producir en exceso significa perder tiempo en fabricar un producto que no se necesita para nada, lo que representa claramente un consumo inútil de material que a su vez provoca un incremento de los transportes y del nivel de los almacenes. El despilfarro de la sobreproducción abre la puerta a otras clases de despilfarro. En muchas ocasiones la causa de este tipo de despilfarro radica en el exceso de capacidad de las máquinas. Los operarios, preocupados por no disminuir las tasas de producción, emplean el exceso de capacidad fabricando materiales en exceso.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

Despilfarro por “tiempo de espera” El desperdicio por tiempo de espera es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o un proceso ineficiente de trabajo. Por ello, es preciso estudiar concienzudamente cómo reducir o eliminar el tiempo perdido durante el proceso de fabricación.

Despilfarro por “transporte” y “movimientos innecesarios” es el resultado de un movimiento o manipulación de material innecesario. Las máquinas y las líneas de producción deberían estar lo más cerca posible y los materiales deberían fluir directamente desde una estación de trabajo a la siguiente sin esperar en colas de inventario. En este sentido, es importante optimizar la disposición de las máquinas y los trayectos de los suministradores. Además, cuantas más veces se mueven los artículos de un lado para otro, mayores son las probabilidades de que resulten dañados.

Despilfarro por defectos, rechazos y reprocesos El despilfarro derivado de los errores es uno de los más aceptados en la industria, aunque significa una gran pérdida de productividad porque incluye el trabajo extra que debe realizarse como consecuencia de no haber ejecutado correctamente el proceso productivo la primera vez. Los procesos productivos deberían estar diseñados a prueba de errores, para conseguir productos acabados con la calidad exigida, eliminando así cualquier necesidad de retrabajo o de inspecciones adicionales. También debería haber un control de calidad en tiempo real, de modo que los defectos en el proceso productivo se detecten justo cuando suceden, minimizando así el número de piezas

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

que requieren inspección adicional y/o repetición de trabajos. (Hernandez Matias & Vizán Idoipe, 2013)

Principales herramientas de Lean

5S: La herramienta 5S se corresponde con la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo que, de una manera menos formal y metodológica, ya existían dentro de los conceptos clásicos de organización de los medios de producción. El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen las herramientas y cuya fonética empieza por “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito.

SMED: por sus siglas en inglés (Single-Minute Exchange of Dies), es una metodología o conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación de máquina. Esta se logra estudiando detalladamente el proceso e incorporando cambios radicales en la máquina, utillaje, herramientas e incluso el propio producto, que disminuyan tiempos de preparación. Estos cambios implican la eliminación de ajustes y estandarización de operaciones a través de la instalación de nuevos mecanismos de alimentación/retirada/ajuste/centrado rápido como plantillas y anclajes funcionales.

Trabajo estandarizado: Una definición precisa de lo que significa la estandarización, que contemple todos los aspectos de la filosofía lean, es la siguiente: “Los estándares son descripciones escritas y gráficas que nos ayudan a

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

comprender las técnicas y técnicas más eficaces y fiables de una fábrica y nos proveen de los conocimientos precisos sobre personas máquinas, materiales, métodos, mediciones e información, con el objeto de hacer productos de calidad de modo fiable, seguro, barato y rápidamente”.

TPM: El Mantenimiento Productivo Total TPM (Total Productive Maintenance) es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados. La idea fundamental es que la mejora y buena conservación de los activos productivos es una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes de los operarios.

Control visual: Las técnicas de control visual son un conjunto de medidas prácticas de comunicación que persiguen plasmar, de forma sencilla y evidente, la situación del sistema de productivo con especial hincapié en las anomalías y despilfarros. El control visual se focaliza exclusivamente en aquella información de alto valor añadido que ponga en evidencia las pérdidas en el sistema y las posibilidades de mejora. Hay que tener en cuenta que, en muchos casos, las fábricas usan estadísticas, gráficas y cifras de carácter estático y especializado que solo sirven a una pequeña parte de los responsables de la toma de decisión.

Jidoka: es un término japonés, que significa automatización con un toque humano o autonomación. Esta palabra, que no debe confundirse con automatización, define el sistema de control autónomo propuesto por el Lean Manufacturing. Bajo la perspectiva Lean, el objetivo radica en que el proceso tenga

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

su propio autocontrol de calidad, de forma que, si existe una anomalía durante el proceso, este se detendrá, ya sea automática o manualmente por el operario, impidiendo que las piezas defectuosas avancen en el proceso.

Heijunka es la técnica que sirve para planificar y nivelar la demanda de clientes en volumen y variedad durante un periodo de tiempo, normalmente un día o turno de trabajo.

Kanban es un sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas (en japonés, Kanban), aunque pueden ser otro tipo de señales. Utiliza una idea sencilla basada en un sistema de tirar de la producción (pull) mediante un flujo sincronizado, continuo y en lotes pequeños, mediante la utilización de tarjetas. Kanban se ha constituido en la principal herramienta para asegurar una alta calidad y la producción de la cantidad justa en el momento adecuado. (Hernandez Matias & Vizán Idoipe, 2013)

VSM (Value Stream Mapping) o mapa de flujo de valor es un diagrama que se utiliza para visualizar, analizar y mejorar el flujo de los productos y de la información dentro de un proceso de producción, desde el inicio del proceso hasta la entrega al cliente. (Lean Manufacturing 10, 2018)

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

CAPITULO IV MARCO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de investigación

La investigación utilizada para el desarrollo del proyecto es de campo. Esta es una investigación que permite obtener datos e informaciones en base a la realidad a través de técnicas de recolección tales como entrevistas y encuestas, para así analizar, comprobar, aplicar conocimientos y métodos que permitan presentar los resultados de la investigación en un estudio documental.

4.2 Diseño de la investigación

El diseño de esta investigación es el no experimental porque se observará el proceso tal y como funciona en su normalidad, sin alterar las variables o factores que participan en él, ni tampoco se hará ninguna intervención. Luego se analizará la situación actual y se buscaran soluciones que si se aplican podrían convertirlo en un proceso productivo, sostenible y óptimo.

4.3 Método

Para el desarrollo de esta investigación se ha utilizado el método mixto, que combina el método cualitativo y el método cuantitativo, logrando una perspectiva más amplia y profundo del objeto de investigación.

“Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio.” (Hernández Sampieri y Mendoza, 2008).

4.4 Instrumentos de investigación

Los siguientes instrumentos fueron utilizados para recolectar la información de esta investigación:

- Entrevista cualitativa: Es importante conocer la opinión y la experiencia de los empleados que labora en el área, para así lograr entender y comprender las informaciones obtenidas.
- Observación directa: El proceso de producción fue observado de manera directa para identificar los problemas que afectan el tiempo de ciclo sin intervenir ni alterar el objeto estudiado, con el propósito de ser evaluados y analizados.
- Estudio de tiempos: Los tiempos fueron tomados y registrados con esta técnica para establecer tiempos estándares de los elementos correspondientes a las tareas realizadas en el área, con el fin de determinar el tiempo requerido para ejecutar dichas actividades.
- Datos históricos: Estos datos permiten obtener información que sustentan la investigación, para poder evaluar y analizar la situación pasada y actual y así establecer mejoras en el futuro y comparar los datos extraídos con los

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

resultados que posiblemente se logren con la implementación de la propuesta.

4.5 Técnicas de análisis de datos

Estas son las técnicas que se utilizarán para analizar los datos obtenidos:

- **Diagrama de causa y efecto (Diagrama de Ishikawa):** Identifica las causas raíces de esta problemática clasificándolas por categorías (6Ms): Mano de obra, Medioambiente, Método, Medición, Maquinaria y Materiales.
- **Diagrama de Espagueti:** Refleja el flujo de los movimientos y transporte que el operador debe realizar para completar una caja corrugada.
- **Diagrama de flujo de proceso:** Clasifica las tareas en operaciones, transporte, demora, almacenamiento o inspección.
- **Diagrama bimanual:** Facilita el estudio de las operaciones repetitivas y los movimientos de las extremidades.
- **Grafica de proceso productivo:** Define los pasos secuenciales para realizar el proceso de preparación de carga.
- **Diagrama de Pareto:** Se utilizó para determinar la frecuencia de las causas potenciales del problema en cuestión
- **Herramientas de Microsoft Office:** Estas herramientas fueron utilizadas para documentar esta investigación (Word, Power Point, Visio, Excel)
- **Lluvia de ideas:** Fue utilizada para desarrollar las posibles causas de problema usadas en el diagrama de causa y efecto.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

- **SIPOC:** Fue utilizada para entender cuáles son las entradas y salidas del proceso.

4.6 Metodología de la investigación

La metodología utilizada para el desarrollo de esta investigación es el método científico:

- Observación: se recopilará la información necesaria para definir, analizar, evaluar e identificar la situación actual del área en cuestión.
- Hipótesis: se plantearán posibles causas que provocan problemas en el área.
- Experimentación: se realizarán evaluaciones con el objetivo de comprobar la veracidad de la suposición definida.
- Teoría: se definirá la hipótesis comprobada en la experimentación.
- Ley: se concluirá con propuestas de mejora a la teoría descrita.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos”

SEGUNDA PARTE: **DESARROLLO DEL PROYECTO**

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

CAPITULO V SITUACION ACTUAL

En este capítulo se describe la situación actual para detallar las características generales del área, los materiales y los equipos utilizados en el proceso y explicar cómo funciona, con el fin de reflejarle al lector una visión general del área.

Luego se identifican las características que satisfacen las necesidades del cliente relacionadas a las variables que involucran al proceso de preparación de carga, a través del AMEF de Empaque (anexo 2), con el propósito de concebir lo que el cliente desea, se enumeran los factores principales relacionados a este problema, y se utiliza la herramienta SIPOC para entender cuáles son las entradas y salidas del proceso.

Por último, se miden las variables que inciden en el desempeño actual del proceso en estudio. Se detalla el flujo de las operaciones mediante un diagrama de flujo del proceso para ilustrar el orden en el que ocurre el proceso productivo del área. Se calcula el tiempo takt para determinar cuál debería ser el ritmo de producción, se mide el tiempo de ciclo total del proceso a través de un estudio de tiempo para confirmar la existencia del problema, se evalúan las salidas de productos terminados con relación al tiempo que duran en fabricarse para conocer el desempeño y a su vez se determina el cumplimiento del proceso a través del cálculo de la eficiencia y la utilización. Además, se realiza una comparación entre el tiempo de ciclo, tiempo takt, la productividad actual e ideal y se plasma el recorrido del proceso a través del Diagrama de espagueti.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

5.1 Descripción de la situación actual

El área de preparación de carga es aquella que se encarga de empacar los productos terminados en cajas corrugadas. Cuenta con una estación de trabajo y un operador quien ejecuta todas las actividades del área.

Los productos neurológicos que se fabrican en esta planta son válvulas, catéteres e instrumentos médicos que se utilizan para operar a las personas que tienen hidrocefalia, usados generalmente en niños. La empresa, al pertenecer al sector médico industrial, fomenta en todas sus actividades la higiene y la limpieza para mantener la calidad de sus productos, por lo que establecen, en sus procedimientos, tareas rigurosas de limpieza y mantienen las instalaciones higienizadas al 100%.

5.1.1 Demanda

La cantidad de cajas plegadizas (display box), dentro de la caja corrugada, dependerá del número de parte del producto que se esté empacando, como lo indica la tabla 1:

Tabla 1: Caja plegadiza por caja

| P/N Display box | Display box / Caja corrugada |
|-----------------|------------------------------|
| 10096-7 | 12 |
| 10096-11 | 21 |
| 10096-12 | 5 |
| 10096-13 | 9 |
| 10096-19 | 20 |
| 10096-23 | 14 |
| 10096-27 | 8 |
| 10096-28 | 5 |

Fuente: Instrucción de trabajo

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
 en una industria de dispositivos médicos”

A continuación, en la tabla 2 se muestra la demanda requerida de caja corrugada por tipo de cajas plegadizas (display box):

Tabla 2: Demanda de cajas plegadizas

| P/N Display box | Demanda (Unidad) | | | Demanda (Caja) | |
|-----------------|------------------|---------|--------------|----------------|-------------------------|
| | Anual | Semanal | Diaria | Total | |
| 10096-7 | 228 | 5 | 1 | 1 | |
| 10096-11 | 38438 | 740 | 148 | 8 | |
| 10096-12 | 871 | 17 | 3 | 1 | |
| 10096-13 | 6581 | 127 | 25 | 3 | |
| 10096-19 | 117 | 3 | 1 | 1 | |
| 10096-23 | 24999 | 481 | 96 | 7 | |
| 10096-27 | 2204 | 43 | 9 | 2 | |
| 10096-28 | 1040 | 20 | 4 | 1 | |
| | | | Total | 24 | Cajas corrugadas |

La demanda de cajas corrugadas es de un total de 24 unidades al día.

En la figura 1 se presenta gráficamente la demanda promedio anual de las cajas corrugadas por cajas plegadizas (display box):

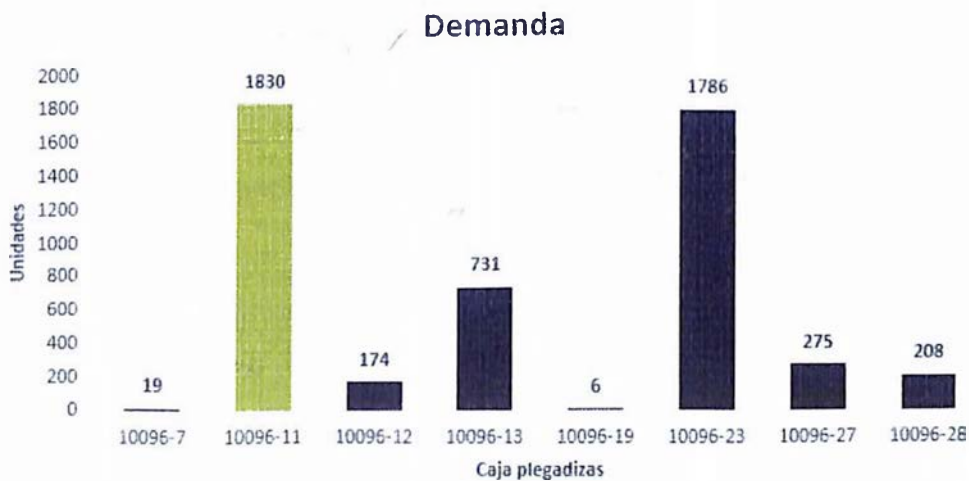


Figura 1: Gráfico de la demanda

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

Como lo indica la tabla 2 y la figura 1, la caja plegadiza (display box) más demandado y el que más cantidades puede contener en una caja corrugada, es el P/N 10096-11 (resaltado con el color verde).

5.1.2 Materiales

Los materiales que se utilizan para ensamblar las cajas corrugadas están descritos en la tabla 3. Estos son considerados MRO (Mantenimiento, Reparación y Operación) ya que la empresa asume su costo y no se les genera a las órdenes de producción.

El tipo de caja que se utiliza para el empaque de estos productos es de cartón color kraft de 27.75x15x10.75 \pm 0.25 pulgadas (anexo 3). En su interior tiene divisores y tapas (figura 2 y 3) que permiten mantener la integridad de los productos durante su traslado, como se muestra en la figura 4. El tamaño de la paleta es de 48x40 pulgadas. La cinta adhesiva tiene características similares a la estándar, pero más resistente y con más pegamento. Los guantes de nitrilo blanco son utilizados para mantener la limpieza de las cajas plegadizas. La etiqueta que contiene toda la información relevante del contenido de las cajas es llamada Handling Unit (HU) y se utiliza otra etiqueta para identificar las cajas vacías y los BI (Indicadores Biológicos).

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos”

Tabla 3: Materiales para ensamblar una caja corrugada

| P/N | Materiales necesarios |
|---------------|----------------------------------|
| Según tabla 1 | Cajas plegadizas |
| 55046-1 | Cinta adhesiva |
| 55045-1 | Caja corrugada |
| 50707-X | Etiquetas (HU, BI y “Empty box”) |
| 55064-1 | Divisores |
| 55165-1 | Tapas |
| 50807-1 | Paleta |
| 55112-X | Guantes |

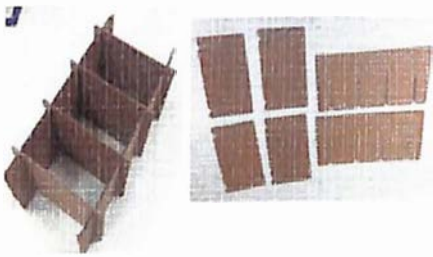


Figura 2: Divisores

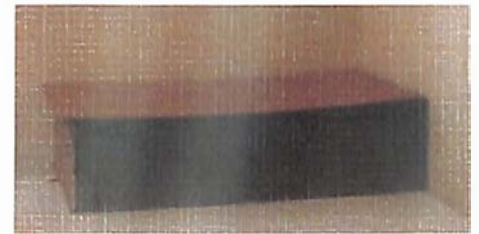


Figura 3: Tapas



Figura 4: Caja corrugada con productos

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

5.1.3 Distribución del área

El área de preparación de carga está ubicada dentro del área de Almacén de materia prima. A continuación, se muestra la distribución y la localización de la estación de trabajo:



Figura 5: Layout del área



Figura 6: Estación de trabajo actual

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

5.1.4 Equipos y herramientas

En el proceso se utilizan los siguientes equipos y herramientas (tabla 4):

Tabla 4: Equipos y herramientas

| Equipos y herramientas |
|----------------------------|
| Balanza |
| Computadora |
| Escáner de código de barra |
| Impresora |
| Balanza para paletas |
| Transpaleta |

Las balanzas son utilizadas para pesar las cajas corrugadas y las paletas. La computadora permite ingresar al sistema SAP para registrar los datos necesarios para empacar, ver la demanda requerida y las instrucciones de trabajo. El escáner de código de barra ayuda a obtener con mayor facilidad los números requeridos para identificar los productos. La impresora imprime las etiquetas de HU. La transpaleta permite el movimiento de las paletas y es compartida con el área de Almacén.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

5.2 Características críticas para la calidad (CTQs)

Las características críticas para la calidad del producto son indispensables para cumplir con las necesidades y las expectativas de los clientes, ya que, en base a estas, se desarrolla un sistema de gestión que permita obtener los productos bajo estos lineamientos y se logre obtener productos de calidad para tener ventajas competitivas en el mercado y ganancias significativas. Las siguientes características son tomadas en cuenta en el proceso de preparación de carga, descritas en el anexo 2, AMEF de Empaque:

1. Integridad del empaque del producto
2. Número de lote
3. Tipo de componentes empacado
4. Fecha de expiración
5. Colocación de display box en caja corrugada
6. Cantidad de display box dentro de la caja
7. Colocación de etiquetas en las cajas
8. Colocación de las cajas en paletas
9. Cantidad de cajas corrugadas en paletas
10. Configuración de paletas
11. Forma de transferencia

Estos criterios se tomarán en cuenta a la hora de proponer cualquier mejora en el proceso, con el fin de no afectar ninguna característica crítica de la calidad del producto.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

5.3 Factores relacionados al problema

Las siguientes métricas son aquellas que se relacionan directamente con el problema y serán estudiadas en el desarrollo de esta investigación:

1. Productividad
2. Eficiencia
3. Tiempo takt
4. Tiempo de ciclo
5. Utilización

5.4 SIPOC (Supplier, Inputs, Process, Outputs, Customers)

El SIPOC permite visualizar el proceso en una vista macro y poder distinguir sus elementos claves a estudiar.

Para realizar esta herramienta tabular primero se identifican los requerimientos del cliente que en este caso es Embarque (Shipping), un cliente interno de la empresa, luego las salidas del proceso que son las cajas corrugadas, se prosigue a desglosar las operaciones principales con ayuda de la instrucción de trabajo (WI), se identifican las entradas o materias primas críticas que afectan la calidad y por último se definen los proveedores que se encargan de suministrar esas entradas. Esta herramienta se utiliza con el objetivo de delimitar el proceso e identificar cuánto y qué se debe abarcar para resolver esta problemática.

Tabla 5: SIPOC

| S | I | P | O | C |
|---------------------------------|--------------------------------|---|---|----------------------------|
| Proveedores | Entrada | Proceso | Salida | Cliente |
| ¿Quién provee la materia prima? | ¿Cuáles entradas se requieren? | ¿Cuáles son los principales pasos en el proceso? | ¿Cuáles son las salidas del proceso? | ¿Quién recibe las salidas? |
| Almacén | Cajas corrugadas | <ul style="list-style-type: none"> -Recibir las ordenes de producción -Verificar la demanda -Transportar las ordenes de producción a la estación -Verificar si la orden fue liberada por calidad -Ensamblar la caja corrugada -Acceder a SAP, escanear todas las display box e imprimir HU -Colocar las display box en la caja corrugada -Colocar las etiquetas que apliquen -Pesar las cajas en la balanza -Llenar la forma de configuración de cajas -Cerrar la caja con cinta adhesiva -Colocar la caja en la paleta -Llenar la paleta de cajas terminadas -Escanear el HU de las cajas -Imprimir el HU de la paleta -Llenar la forma de la paleta -Mover la paleta al área de embarque | Paletas con cajas corrugadas con productos. | Embarque (Shipping) |
| | Divisores de cajas | | | |
| Producción | Productos en cajas plegadizas | | | |
| | Paletas | | | |
| | Etiquetas | | | |
| | Cinta adhesiva | | | |

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

5.5 Descripción del proceso productivo

La elaboración de cajas corrugadas, desde que las ordenes son recibidas en el área hasta que son entregadas al área de Embarque para su envío, se desarrolla en las siguientes etapas descritas a continuación:

1. **Acceder al sistema:** Se accede al sistema SAP ingresando el usuario y la contraseña.
2. **Verificar la demanda:** Se verifica cual es la necesidad del mercado. Esta actividad se realiza en el sistema SAP, y las ordenes son priorizadas en base a un reporte que genera el departamento de Planeación (Planning).
3. **Transportar la orden de producción a la estación:** Se toma una orden de producción seleccionada del reporte de Planeación (Planning) y se coloca en la estación de trabajo.
4. **Confirmar la disponibilidad de empaque de la orden:** Se debe verificar si la orden esta liberada, es decir, que no esté restringida por inspección de calidad. Si la orden no ha sido liberada, se regresa a su posición anterior y se toma la orden siguiente en el reporte.
5. **Requerir los MROs:** Todos los materiales utilizados en esta área son considerados MROs, y se solicitan a Almacén cuando se necesitan.
6. **Ensamblar la caja corrugada:** Se arma la caja corrugada en base a la instrucción de trabajo “Preparación de carga (Load Prep)” (anexo 4).
7. **Colocar tapa en la caja corrugada:** Se coloca una tapa inferior en el fondo de la caja corrugada.
8. **Ensamblar los divisores:** Se arman los divisores. Estos permiten que las cajas plegadizas no se muevan durante el traslado a su destino.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

- 9. Colocar los divisores:** Luego se coloca los divisores dentro de la caja corrugada.
- 10. Colocar la caja encima de la balanza:** Se coloca la caja encima de la balanza para poder entrar los productos en ella.
- 11. Completar caja corrugada con cajas plegadizas:** Se colocan todas las informaciones que se necesitan para empacar en el sistema SAP, tales como: Geo Code, la estación que se utiliza y la localidad donde está la orden. Se toma un display box del rack y se escanea. Este display contiene dentro el producto terminado. Se coloca dentro de la caja corrugada y se procede a repetir el paso anterior hasta que la caja esté completada bajo los requerimientos del procedimiento. Si el lote se terminó, se arman cajas plegadizas vacías y estas son identificadas con una etiqueta “Empty box”.
- 12. Colocar tapa en la caja corrugada:** Se coloca una tapa superior cuando se completa la caja corrugada.
- 13. Imprimir el HU de la caja:** Luego se imprime el HU de la caja con las informaciones correspondiente a la orden en proceso.
- 14. Colocar las etiquetas que aplican:** Se pegan en un lugar visible, todas las etiquetas que apliquen, tales como el número de la caja, el HU impreso, BI (si aplica).
- 15. Cerrar la caja:** La caja es cerrada con cinta adhesiva manualmente.
- 16. Pesar la caja:** Se toma su peso, ya que las paletas y las cajas tienen un límite de peso.

"Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos"

17. Llenar la forma de configuración de caja: Se procede a llenar la forma de configuración de caja en donde se obtiene información de la paleta en proceso.

18. Colocar la caja en la paleta: Se coloca la caja en la paleta según las configuraciones de la paleta descritas. Si la paleta tiene una altura de 65", se procede con el siguiente paso, de no ser así, regrese al paso #6.

19. Crear HU de la paleta: Luego se escanea cada uno de los códigos de barras colocado en el HU de la caja y se imprime.

20. Pegar HU a la paleta: Este es colocado en un lugar superior que sea visible de la paleta.

21. Pesar la paleta: La paleta es pesada en una balanza en el área de Embarque.

22. Llenar forma de la paleta: Se llena la forma de identificación de paleta con las siguientes informaciones:

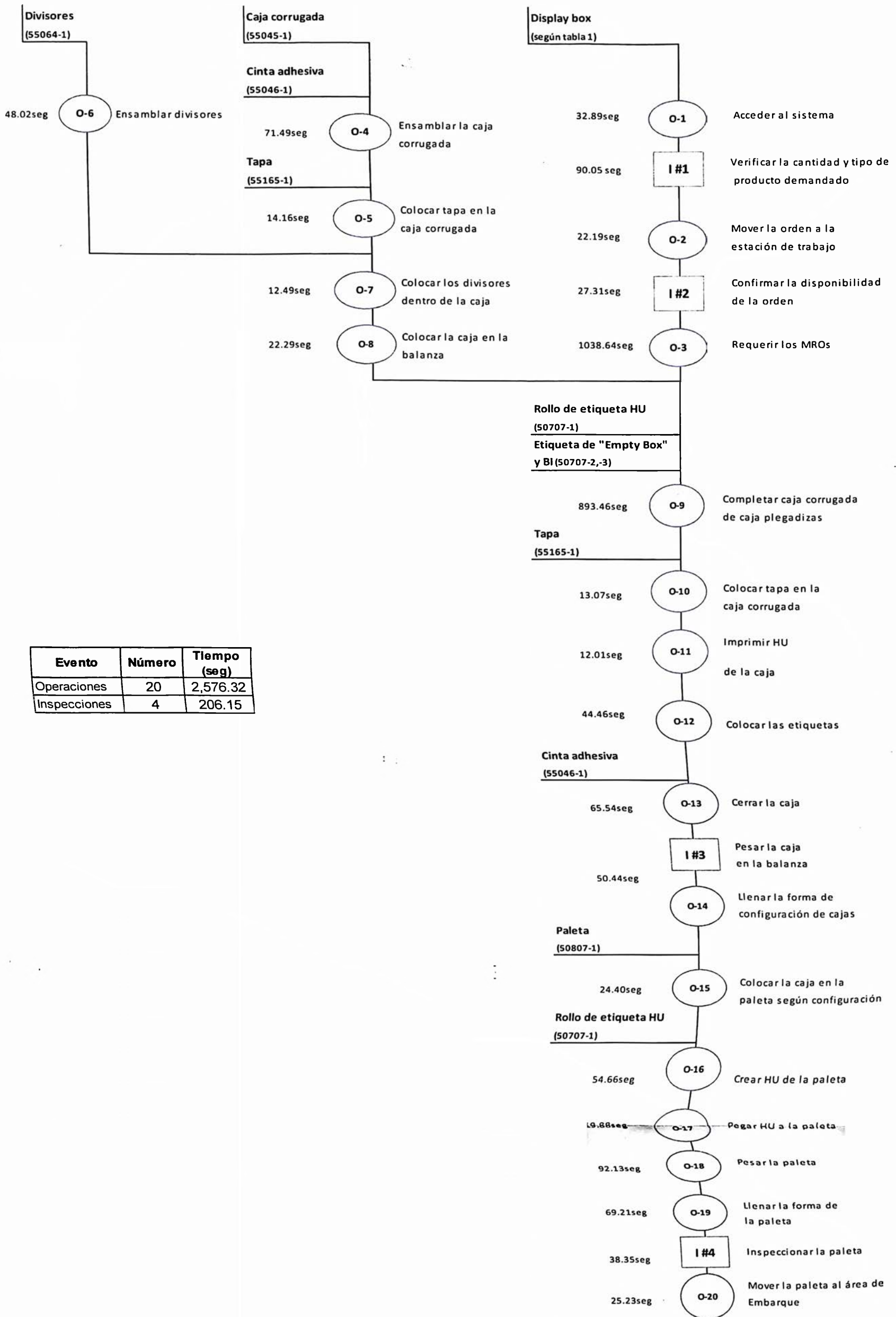
- Número del HU
- Peso
- Altura
- Geo Code

El Geo Code que se coloca en esta forma es el lugar próximo a embarcar, ya que inicialmente se coloca el Geo Code del destino final de la paleta, sin embargo, en esta forma, se coloca el destino al cual va a ser enviada antes del destino final, usualmente es una esterilizadora.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

23. Inspeccionar la paleta: La paleta es inspeccionada por el inspector de calidad utilizando la hoja de configuración de caja, en donde muestra las posiciones en que debe ser colocada las cajas en la paleta. Las cajas que contendrá los BIs debe de estar en una posición estratégica.

24. Mover la paleta al área de embarque: La paleta es transportada al área de Embarque.



| Evento | Número | Tiempo (seg) |
|--------------|--------|--------------|
| Operaciones | 20 | 2,576.32 |
| Inspecciones | 4 | 206.15 |

Figura 7: Gráfica del proceso productivo

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

5.6 Medición del desempeño del proceso

5.6.1 Cálculo del tiempo takt

El tiempo takt es el ritmo en el cual un producto debe ser fabricado para satisfacer la demanda del cliente. Se establece como una meta guía para saber qué tan eficiente es el proceso.

El tiempo takt de este proceso se determinó a partir del tiempo laborable en un horario de 6:00 AM – 3:00 PM, a este tiempo se le resto el no productivo, es decir, el almuerzo, el desayuno y los ejercicios ergonómicos, el resultado de esa resta es el tiempo disponible para trabajar.

Luego se multiplica el tiempo disponible por la eficiencia de la planta y este resultado se divide entre la demanda del cliente en unidades y este valor el tiempo takt como se puede apreciar en la tabla 6.

Tabla 6: Tiempo takt

| | | |
|--------------------------------|-------|---------------------------|
| Tiempo takt | 18.17 | <i>min/caja corrugada</i> |
| Tiempo laborable | | |
| Turno (6:00AM-3:00PM) | 540 | <i>Minutos</i> |
| Tiempo no productivo | | |
| Desayuno | 15 | <i>Minutos</i> |
| Almuerzo | 30 | <i>Minutos</i> |
| Ejercicios ergonómicos | 5 | <i>Minutos</i> |
| Tiempo total disponible | 490 | <i>minutos</i> |

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

$$\begin{aligned} \text{Tiempo takt} &= \frac{(\text{Tiempo total disponible}) * (\text{Eficiencia de la planta})}{(\text{Demanda del cliente en unidades})} \\ &= \frac{490 \text{ minutos} * 0.89}{24 \text{ cajas corrugadas}} = 18.17 \text{ min/corrugada} \end{aligned}$$

El resultado indica que el ritmo que debe tener el área para cumplir con la demanda a tiempo, es de 18.17 minutos por caja corrugada.

5.6.2 Cálculo del tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo es el tiempo en el cual el proceso se ejecuta. Mientras este tiempo sea menor, mayor cantidad de productos se producirán y por ende la productividad aumentará.

El tiempo de ciclo de preparación de carga se determinó a través de un estudio de tiempo tomado del proceso realizado en tres días de trabajo. Se tomaron los tiempos de cada operación con ayuda de un cronómetro, la cantidad de repeticiones se establecieron a partir del anexo 1, que es una tabla de guía para el número de ciclos que se deben observar en un estudio de tiempo, se seleccionó la cantidad de observaciones de acuerdo al tiempo de ciclo del proceso estimado y de la demanda del cliente. Esta indica un total de 4 observaciones, pero se decidió realizar un total de 10 para mayor precisión del estudio.

Luego se determinó el promedio de cada operación sumando los tiempos de cada una y dividiéndola entre la cantidad de observaciones (10), a este promedio se le multiplico por una tolerancia de 1.11. Se procedió a sumar todos los tiempos promedio de las operaciones y así se obtuvo un tiempo total del proceso (tiempo de

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

ciclo). Cabe destacar que todos los tiempos anteriores están expresados en segundos y para convertirlo a minutos se dividió el total entre 60, y así resultó el valor que está en la tabla 7.

Nota: La tabla con el desarrollo del estudio de tiempo está adjuntada en la sección de Anexos (anexo 5) al final de la investigación.

Tabla 7: Tiempo de ciclo

| | | |
|-----------------|---------|----------|
| Tiempo de ciclo | 2782.47 | Segundos |
| | 46.37 | Minutos |

El tiempo que dura el área de preparación de carga en completar una caja corrugada es de 46.37 minutos

5.6.3 Relación entre el tiempo de ciclo y el tiempo takt

El tiempo de ciclo debe ser menor al tiempo takt para ser capaz de producir la demanda a tiempo.

Tiempo de ciclo < Tiempo takt

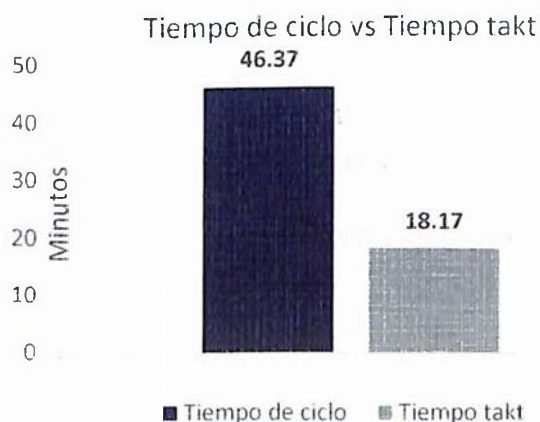


Figura 8: Tiempo de ciclo vs tiempo takt

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

Como se muestra en la figura 8, el tiempo de ciclo tiene un valor mayor al tiempo takt con relación a la demanda del cliente, lo que indica que el proceso actualmente dura 46.37 minutos en completar una caja corrugada y lo ideal es durar 18.17 minutos para así no aumentar los costos de producción y poder cubrir la demanda a tiempo.

Para ajustar la producción a la demanda es necesario reducir el tiempo de ciclo total del proceso a un 60.8%, que representan 28.2 minutos. Para obtener este dato, se calculó la diferencia entre el tiempo de ciclo y el tiempo takt, y se dividió entre el tiempo de ciclo para obtener aproximadamente el porcentaje a reducir.

$$\text{Objetivo} = \frac{(\text{Tiempo de ciclo} - \text{tiempo takt})}{(\text{Tiempo de ciclo})} = \frac{46.37 \text{ min} - 18.17 \text{ min}}{46.37 \text{ min}} = \frac{28.2 \text{ min}}{46.37 \text{ min}} = 61\%$$

Tabla 8: Objetivo

| | | |
|------------------------|---------|---------------------------------|
| Tiempo de ciclo | 2782.47 | <i>segundos</i> |
| | 46.37 | <i>minutos</i> |
| Objetivo | 61% | <i>por ciento en disminuir</i> |
| | 18.17 | <i>Tiempo total en minutos</i> |
| | 28.2 | <i>Tiempo total a disminuir</i> |

5.6.4 Cálculo de la productividad

La productividad indica el nivel de producción por unidad que un área es capaz de producir. A continuación, se muestra el cálculo de la productividad actual del área de preparación de carga:

$$\text{Productividad} = \frac{(\text{Salida})}{(\text{Entrada})}$$

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

Actualmente un operador en 490 minutos productivos es capaz de elaborar 11 cajas corrugadas en un solo día. Lo que indica que el área es capaz de producir 1.3 cajas corrugadas por cada hora.

$$\text{Productividad actual} = \frac{11 \text{ cajas corrugadas por día}}{1 \text{ persona @490 minutos por día}} = \frac{11 \text{ cajas corrugadas por día}}{1 \text{ persona @ 8.17 horas por día}} = 1.3 \text{ Cajas corrugadas por hora}$$

Lo ideal sería poder cumplir la demanda requerida, de este modo se pueden lograr las metas estratégicas establecidas en la empresa. Basado en la demanda requerida diaria, el área debería de producir 2.94 cajas por hora.

$$\text{Productividad ideal} = \frac{24 \text{ cajas corrugadas por día}}{1 \text{ persona @490 minutos por día}} = \frac{24 \text{ cajas corrugadas por día}}{1 \text{ persona @ 8.17 horas por día}} = 2.94 \text{ Cajas corrugadas por hora}$$

Para saber cuántas cajas el área realmente empacaba diario se dividió el tiempo disponible para trabajar (490 minutos) entre el tiempo de ciclo (46.37 minutos), esto nos dio un total de 10.56 cajas corrugadas diarias.

5.6.5 Cálculo de la utilización

La utilización es una métrica que indica que porcentaje de la capacidad de diseño realmente se ha logrado. Según la investigación, el área fue diseñada para obtener 25 cajas al día, sin embargo, esta solo produce 11 cajas diarias generando una utilización de 44%.

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad de diseño}} = \frac{11}{25} = 44\%$$

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

5.6.6 Cálculo de la eficiencia

La eficiencia permite ver el desempeño de producción en términos porcentuales basado en una capacidad estándar de producción.

Una forma de medir la eficiencia con relación a la producción es dividiendo la cantidad real que se produjo durante el día entre la capacidad efectiva que esta debería producir. Basado en la capacidad del área, esta debería de producir 22 cajas por día, sin embargo, esta solo es capaz de producir 11 cajas por día reflejando una eficiencia de un 50%, indicando que solo se está aprovechando la mitad de lo que debería de ser.

$$Eficiencia = \frac{Producción\ real}{Capacidad\ estándar} = \frac{11}{22} = 50\%$$

5.7 Diagrama de espaguete

Se realizó el diagrama de espaguete para visualizar los movimientos del operario en la estación de trabajo y ver la secuencia de las operaciones con el objetivo de identificar cual es el orden más lógico para realizar las tareas, para así reducir los tiempos de desplazamientos del operario y aumentar el rendimiento de la producción.

Se dibujó la estación de trabajo con los elementos claves necesarios para realizar el proceso, se observó como el operario hace las operaciones y se trazó los pasos en el mapa, para conocer en detalle cada paso que realizó.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

Los pasos fueron contados para ver qué cantidad de pasos debe dar el operario para cumplir con el objetivo. En este diagrama sólo se muestra las operaciones del grafico de flujo de proceso que requieren movimiento. Como resultado, se obtuvo que el operario para realizar una caja corrugada debe dar 140 pasos según la figura 9.

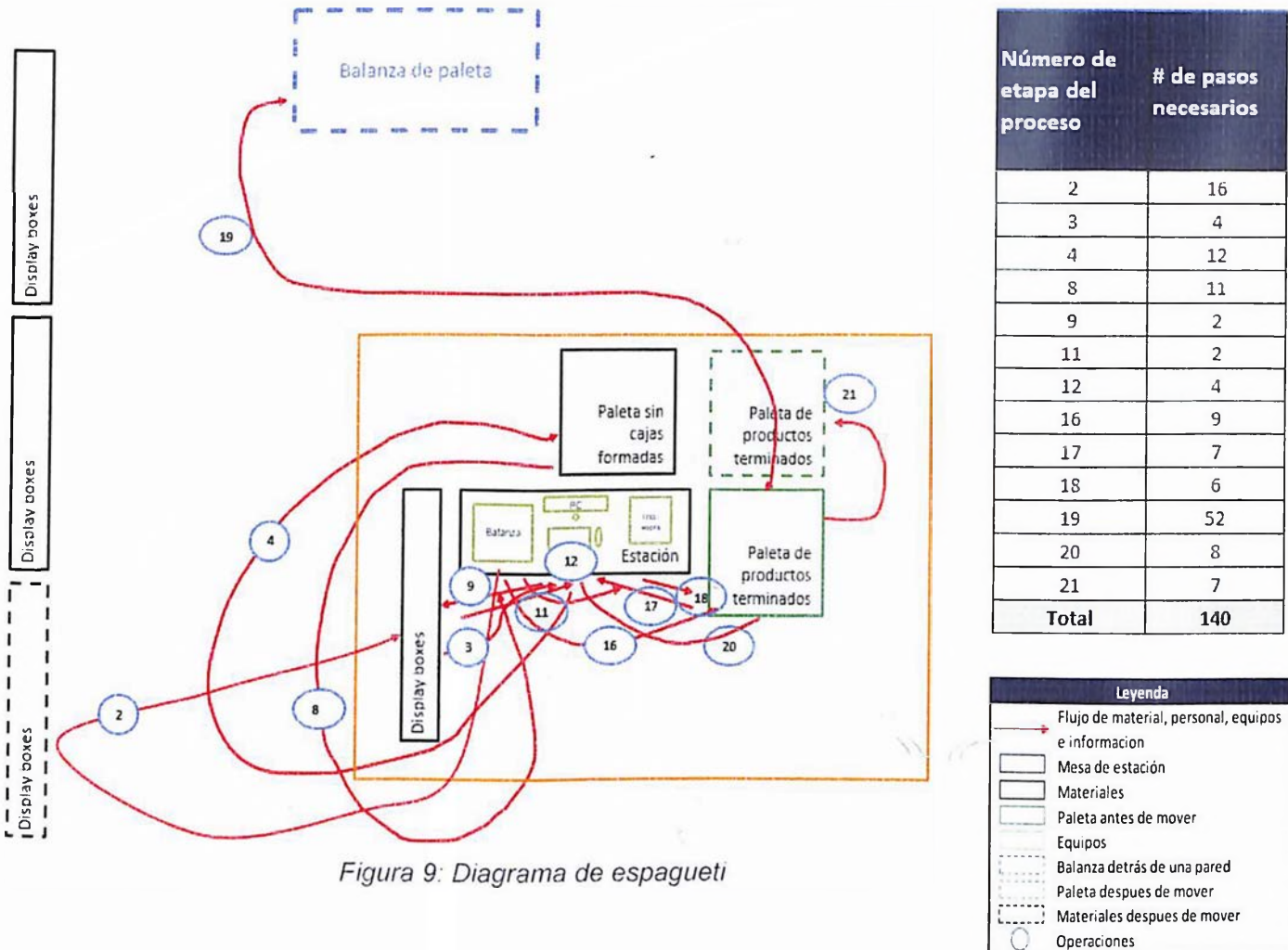


Figura 9: Diagrama de espagueti

Claramente se puede observar que existen desperdicios de transporte y movimientos innecesarios en el proceso para completar una caja corrugada.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

CAPÍTULO VI ANALISIS DE LAS CAUSAS POTENCIALES

Luego de recolectar la información, medir las variables que inciden en el proceso de preparación de carga y que afectan el tiempo de ciclo, se detectarán las causas potenciales que provocan el tiempo de ciclo elevado, se analizarán cada una de ellas y se comprobarán cuáles son realmente las causas raíces para proponer acciones que mitiguen este problema.

En primer lugar, se observa el proceso en cuestión para identificar posibles causas, se realizó un grupo focal en el cual se desarrolló una lluvia de ideas entre los expertos del área y se resumen en un diagrama de flujo de proceso. Se clasifican las causas identificadas bajo el criterio de diagrama de causa y efecto, se prioriza según el diagrama de Pareto y se analizan las posibles causas vitales utilizando experimentos y herramientas analíticas.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

6.1 Diagrama de flujo de proceso

Para analizar cada una de las operaciones detalladamente, se realizó un diagrama del flujo de proceso dividido en eventos más detallados del proceso basado en la gráfica de proceso productivo (figura 7) con el objetivo de identificar las oportunidades presentes que pueden aumentar el tiempo de ciclo del proceso.

Este diagrama describe los pasos que se siguen para completar el proceso, mediante símbolos que representan una operación, transporte, demora, inspección o almacenamiento, basado en los eventos que ejecuta el operario. Incluye el número de la etapa, la naturaleza de la actividad, su descripción, el método en que se realiza, el tiempo de ejecución, la distancia recorrida y las observaciones que fueron encontradas. Ver tabla 9.

En total el proceso de preparación de carga tiene 22 operaciones, 4 transportes, 3 inspecciones y una demora en 2782.47 segundos recorriendo 42.68 metros de distancia.

Se observa que 12 de 30 de los eventos que conforman este diagrama representando el 40% de las actividades del área, tienen oportunidades de eliminar o reducir alguna muda en específico y estas son focalizadas al método en que se realiza el proceso y al diseño de la estación de trabajo. Esto ocasiona un aumento en la ejecución del proceso de preparación de carga comprobando que el método ni el diseño de la estación de trabajo son los más adecuados para este proceso.

Tabla 9: Diagrama de flujo de proceso

| Ubicación: Área de Loop Prep | | | | | | Resumen | | | | |
|--|-----------|--|------------|---------|----------------|--|--------------------------------|--------------|------------------|---|
| Actividad : Proceso de preparación de carga | | | | | | Evento | Presente | Propuesto | | |
| Fecha: 1/7/2018 | | | | | | Operación | 21 | | | |
| Operador: B | | Analista: Gilsy Cleto y Yudelis Gonzalez | | | | Transporte | 4 | | | |
| Metodo: | | Presente | Propuesto | | | Inspección | 4 | | | |
| Tipo: | | Trabajador | Material | Máquina | | Demora | 1 | | | |
| Comentario: El operario no utiliza ningún EPP y trabaja de pie. El área esta ubicada en el medio de Almacén. | | | | | | Almacenamiento | 0 | | | |
| | | | | | | Tiempo (seg) | 2782.47 | | | |
| | | | | | | Distancia (mtrs) | 42.68 | | | |
| Etapa | Operación | Transporte | Inspección | Demora | Almacenamiento | Descripción del evento | Método | Tiempo (seg) | Distancia (mtrs) | Observaciones |
| 1 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Acceder al sistema | SAP | 32.89 | - | |
| 2 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Verificar la demanda | SAP | 90.05 | - | Planning genera un reporte de los productos que se van a empaçar |
| 3 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Transportar orden de producción a la estación de trabajo | Racks | 22.16 | 4.88 | |
| 4 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Verificar el estado de la orden | SAP | 27.31 | 1.22 | Si la orden no esta liberada, se devuelve a su posición inicial |
| 5 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Requerir MROs | SAP | 93.58 | - | Se puede realizar una sola vez. |
| 6 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Demora en esperar los materiales | N/A | 945.07 | - | Se pierde mucho tiempo esperando la entrega de los materiales al inicio de cada orden. No hay espacio para almacenarlo. |
| 7 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Tomar y armar la caja | Manual | 28.90 | 3.66 | La caja se arma encima de la paleta de los materiales. |
| 8 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Entrar los divisores en la caja | Cinta adhesiva | 42.59 | - | Se pega la caja con cinta adhesiva manualmente. |
| 9 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Colocar la tapa inferior | Manual | 14.16 | - | |
| 10 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Tomar divisores y armar | Manual | 48.02 | - | Los divisores se arma en la paleta llena de materiales. |
| 11 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Entrar los divisores en la caja | Manual | 12.49 | - | |
| 12 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Colocar la caja en la balanza | Manual | 22.29 | 3.35 | La balanza se puede descalibrar, ya que se usa para acumular display boxes. |
| 13 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Abrir fundas | Tijeras | 28.11 | - | |
| 14 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Escanear producto | Lector de Código de barra | 459.05 | 0.61 | |
| 15 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Ensamblar display box vacios | Manual | 163.39 | - | Se puede disminuir o eliminar esta tarea |
| 16 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Colocar etiquetas " Empty box" | Manual | 62.05 | - | Se puede disminuir o eliminar esta tarea |
| 17 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Colocar producto dentro de la caja | Manual | 180.86 | - | |
| 18 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Colocar tapa superior | Manual | 13.07 | - | |
| 19 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Imprimir HU | Impresora | 12.01 | 0.61 | |
| 20 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Colocar etiquetas | Manual | 44.46 | 1.22 | |
| 21 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Cerrar la caja | Manual | 65.64 | - | La caja se cierra con una cinta adhesiva manualmente. |
| 22 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Pesar y llenar forma de identificación de caja | Balanza | 50.44 | - | |
| 23 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Colocar caja en la paleta | Manual | 24.40 | 2.74 | |
| 24 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Crear, escanear e imprimir HU de la paleta | Lector de código de barra, SAP | 54.66 | 2.13 | El lector de código de barra es muy corto, no alcanza las cajas en las paletas. Lo que provoca que la paleta debe moverse mas cerca del lector. |
| 25 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Pegar HU | Manual | 19.88 | 1.83 | |
| 26 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Transportar paleta a Embarque y pesar | Transpaleta, Balanza de paleta | 45.86 | 7.92 | Esta operación es innecesaria. El area de Embarque puede proporcionar esa información. |
| 27 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Devolver la paleta al area | Transpaleta | 46.28 | 7.92 | Esta operación es innecesaria. |
| 28 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Llenar forma de identificación de paleta | Manual | 69.21 | 2.44 | |
| 29 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Inspeccionar la paleta | Manual | 38.35 | - | |
| 30 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Transportar paleta a Embarque | Transpaleta | 25.23 | 2.13 | |

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

6.2 Diagrama de causa y efecto

En segundo lugar, se realizó un diagrama de causa y efecto para identificar las posibles causas de que el tiempo de ciclo este elevado. Las posibles causas fueron desarrolladas a través de una lluvia de ideas, las oportunidades encontradas en el diagrama de flujo de proceso y una reunión entre el equipo involucrado en el área. Estas fueron clasificadas en categorías (6Ms): Mano de obra, Medio ambiente, Método, Medición, Maquinaria y Materiales, como se muestra en la figura 10.

El primer paso para realizar el diagrama de causa y efecto es colocar el efecto primordial en la cabecilla del pescado, lo cual indica el principal problema que afecta al proceso. Luego las posibles razones del problema fueron colocadas en las espinas según la categoría correspondiente a la causa.

Como resultado del diagrama, se determinó que la categoría que tiene más oportunidades de mejora es la categoría de Métodos, relacionadas al proceso y al diseño directo de la estación de trabajo.

"Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos"

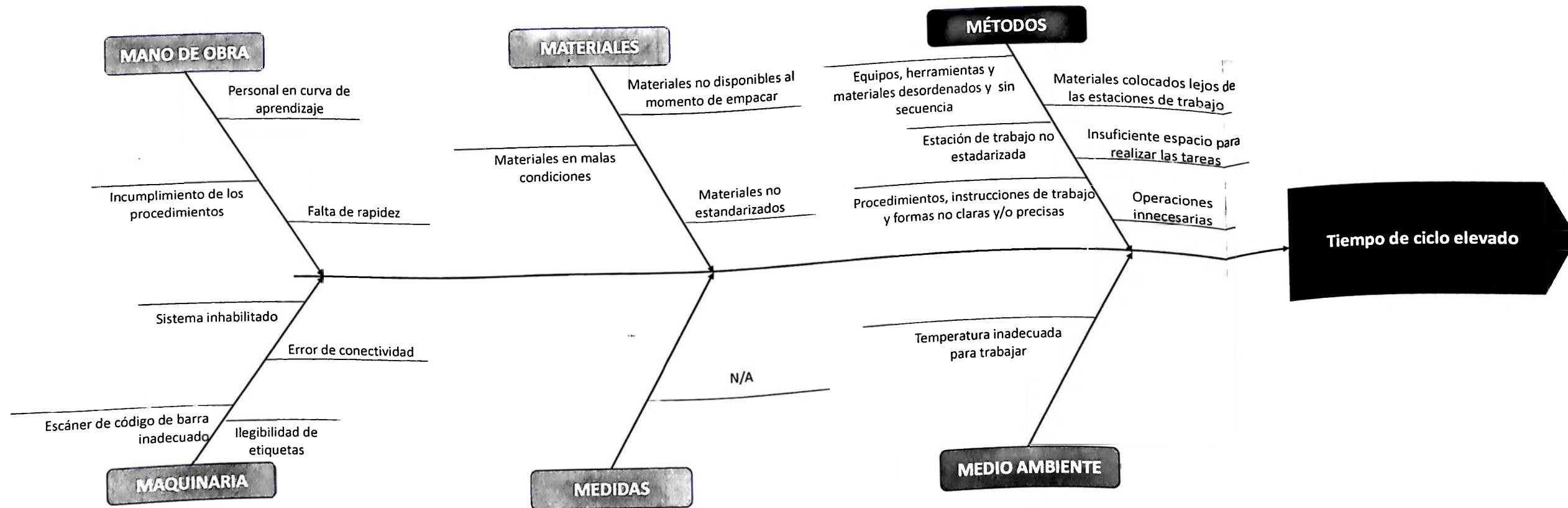


Figura 10: Diagrama de causa y efecto

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

6.3 Diagrama de Pareto

Se analizaron cada una de las ocurrencias de las causas descritas anteriormente bajo el criterio de Pareto.

Para determinar las causas vitales del problema, se analizaron las variables que provocan el tiempo de ciclo elevado. Las variables se presentaron de distintas clases y por ende tenían unidades de medidas diferentes, para contrarrestar esto se determinó una magnitud que proporcionará una igualdad entre ellas. La magnitud utilizada fue la frecuencia.

El procedimiento fue medir durante tres días laborables la ocurrencia de las causas que existen en el área. Estas fueron determinadas a través del diagrama anterior de la figura 10. A estas causas se les midió la frecuencia en que ocurrieron en el área observando el proceso y contando cada vez que el operario se detenía o se atrasaba, y las causas relacionadas al sistema se buscaron registros que evidenciaran si habían ocurrido. Luego estas frecuencias se organizaron de mayor a menor, se sumó la totalidad de ellas, se les determinó el total acumulado, se calculó tanto el porcentaje como el porcentaje acumulado y por último se graficaron las causas en el eje X, la frecuencia en el eje Y izquierdo y el porcentaje en el eje Y derecho, como se muestra en la figura 11.

"Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos"

Tabla 10: Frecuencia de las causas potenciales

| # | Causas potenciales | Frecuencia | Total acumulado | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
|----|--|------------|-----------------|-------------|----------------------|
| 1 | Insuficiente espacio para realizar las tareas | 130 | 130 | 22% | 22% |
| 2 | Operaciones innecesarias | 130 | 260 | 22% | 45% |
| 3 | Materiales colocados lejos de la estación de trabajo | 106 | 366 | 18% | 63% |
| 4 | Procedimientos, instrucciones de trabajo y formas no claras y/o precisas | 45 | 411 | 8% | 71% |
| 5 | Escáner de código de barra inadecuado | 39 | 450 | 7% | 78% |
| 6 | Equipos, herramientas y materiales desordenados y sin secuencia | 27 | 477 | 5% | 82% |
| 7 | Materiales no disponible al momento de empacar | 26 | 503 | 4% | 87% |
| 8 | Falta de rapidez | 26 | 529 | 4% | 91% |
| 9 | Ilegibilidad de etiquetas | 15 | 544 | 3% | 94% |
| 10 | Estación de trabajo no estandarizado | 13 | 557 | 2% | 96% |
| 11 | Personal en curva de aprendizaje | 13 | 570 | 2% | 98% |
| 12 | Materiales no estandarizados | 8 | 578 | 1% | 100% |
| 13 | Error de conectividad | 2 | 580 | 0% | 100% |
| 14 | Materiales en malas condiciones | 0 | 580 | 0% | 100% |
| 15 | Temperatura inadecuada para trabajar | 0 | 580 | 0% | 100% |
| 16 | Sistema inhabilitado | 0 | 580 | 0% | 100% |
| 17 | Incumplimiento de los procedimientos | 0 | 580 | 0% | 100% |
| | Total | 580 | | 100% | |

El 87% de las ocurrencias está concentrado en las 7 primeras que representa el 41% de las posibles causas. Se considera (basado en las observaciones indicadas en el diagrama de flujo de proceso) que, a partir de ellas, se puede lograr mitigar el problema y reducir el tiempo total de ciclo del proceso.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

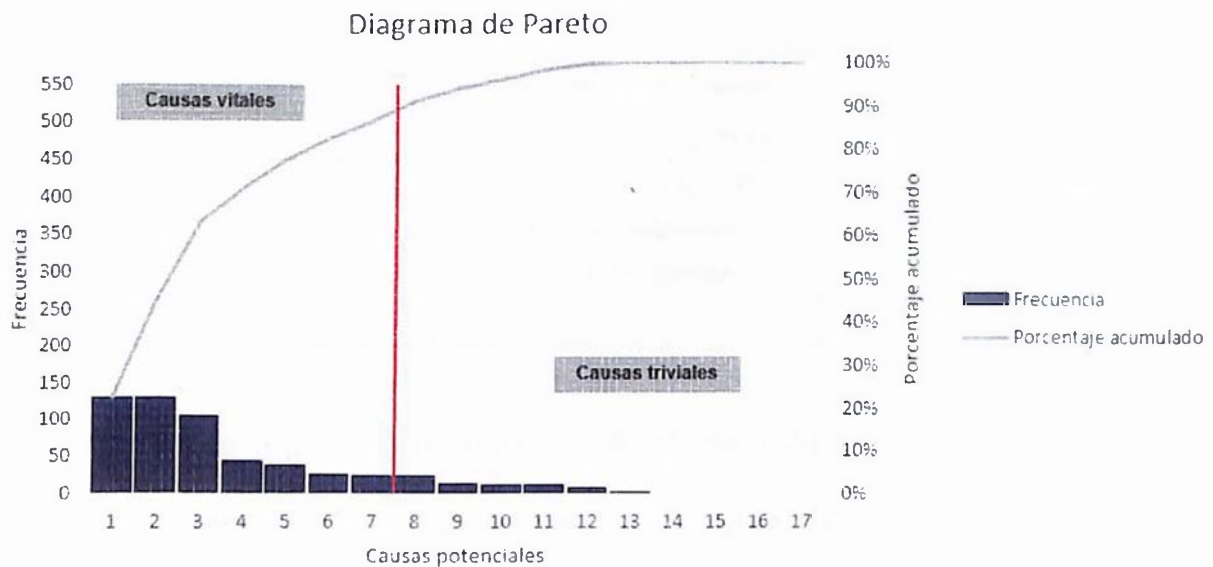


Figura 11: Diagrama de Pareto

6.4 Análisis de las posibles causas

Es momento de analizar las causas seleccionadas en la sección anterior para determinar si estas realmente son el síndrome del problema.

6.4.1 Insuficiente espacio para realizar las tareas

Una de las causas que más ocurrencia tiene en este problema según el diagrama de Pareto es la disponibilidad de espacio para trabajar. Como se muestra en la figura 6, no hay espacio suficiente para ensamblar las cajas en la mesa de la estación, por lo que el operario debe realizar esta actividad encima de la paleta en donde se encuentran los materiales para empacar. Para comprobar esta causa, se ha medido el tamaño de la mesa y todos los elementos que conforman la estación de trabajo.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

Tabla 11: Tamaño de los equipos

| Elementos | Tamaño | |
|---------------|----------------------|------------------------|
| Balanza | 21 ½ x 16 ½ pulgadas | 354.75 in ² |
| Monitor y CPU | 11 ½ x 11 ½ pulgadas | 132.25 in ² |
| Teclado | 17 ½ x 5 ¼ pulgadas | 91.88 in ² |
| Escáner | 6 x 6 ¾ pulgadas | 40.5 in ² |
| Impresora | 13 x 16 pulgadas | 208 in ² |
| Total | - | 827.38 in ² |

El tamaño de la mesa actual es 1,536 in² (64 x 24 pulgadas), por lo que los elementos ocupan un 54% de la mesa (ver figura 12). Así que es imposible ensamblarlas ya que solo una caja corrugada ocupa 416.25 in² (27.75 x 15 pulgadas) (anexo 3). De igual forma, es necesario armar los divisores en este espacio.

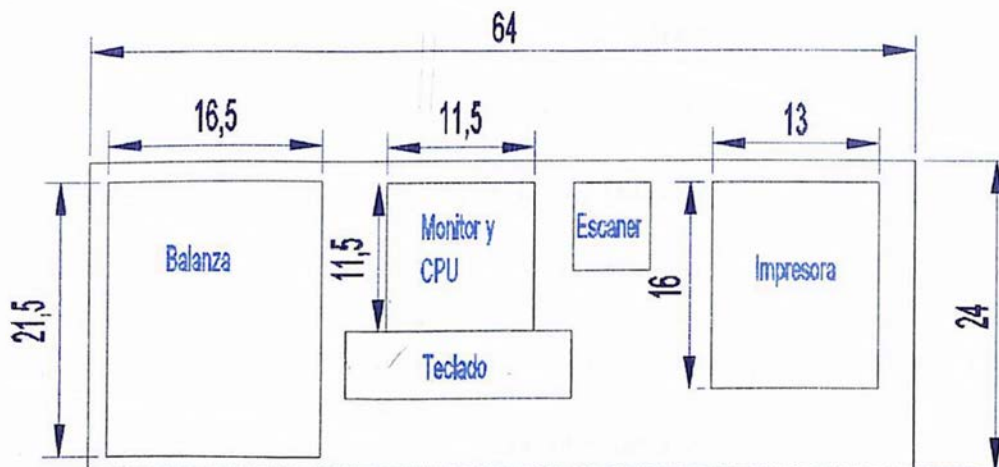


Figura 12: Área que ocupan los equipos

Luego la caja ensamblada es colocada en la balanza para estar cerca de los productos terminados y poder llenarlas con mayor rapidez, lo que puede provocar que el equipo pierda su calibración ya que es utilizado para un fin para el cual no fue diseñado.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

6.4.2 Operaciones innecesarias

Una de las causas de que el tiempo de ciclo este elevado, puede ser la asignación de operaciones innecesarias al proceso y/o la repetición innecesaria de las actividades, como fue expresado en el diagrama de flujo de proceso (tabla 8). Basado en las observaciones del proceso e información recolectada, se pueden identificar las siguientes operaciones: 2, 3, 4, 15, 16, 26 y 27.

Antes de empacar es necesario revisar la cantidad de productos demandados, sin embargo, Planning genera un reporte priorizando el empaque de las ordenes de producción según el compromiso con el centro de distribución. Por lo que se repite nuevamente la verificación en la operación 2.

En la operación 3 y la inspección 4, primero se transporta la orden de producción a la estación de trabajo y luego se verifica que la orden esté disponible para su empaque. Si esta no está disponible, esta se retorna nuevamente lo que provoca que el operario debe esperar hasta encontrar una orden disponible para iniciar.

Si las órdenes no tienen la cantidad requerida para completar una caja corrugada, es necesario ensamblar cajas plegadizas vacías para rellenarla. Esta actividad está asignada al área de preparación de carga en las operaciones 15 y 16. Sin embargo, las cajas plegadizas con productos son empacadas en el área de Empaque, por lo que se está duplicando la misma función para la misma orden de producción en dos áreas diferentes.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

En el caso de los transportes 26 y 27, el operario debe llevar la paleta hacia la balanza en el área de Embarque para así tomar el peso total de la paleta. Sin embargo, el área de Embarque también realiza esta función para documentar el peso incluyendo el plástico en el reporte de embarque, por lo que se está duplicando la misma actividad en áreas diferentes.

6.4.3 Materiales colocados lejos de la estación

A través del diagrama de Espaguetti (figura 9) se puede observar que la ubicación de los racks en donde se colocan la materia prima está 4.87 metros de distancia de la estación de trabajo. Cada vez que el operario busca una orden para ser procesada (operación 3) y no está disponible para su empaque en el sistema, este debe retornarla y regresar nuevamente hasta encontrar una orden lista, recorriendo la misma distancia.

Es importante lograr que el operario tenga lo más cerca posible todos los materiales y herramientas en su lugar de trabajo a la hora de realizar las operaciones, y así aumentar la productividad y la eficiencia. De esta forma lograr entregar los productos a los clientes a tiempo.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

6.4.4 Procedimientos, instrucciones de trabajo y formas no claras y/o precisas

Para poder descartar la posibilidad de que esta sea una causa real, se creó una matriz de desempeño de la interpretación de la documentación del área.

Esta matriz contiene los pasos exactos de la instrucción de trabajo (WI), donde la calificación “S” significa satisfactorio si se ejecutó la operación tal como dice la WI y la “I” Insatisfactorio si fue todo lo contrario. Se les realizó la evaluación a 5 operarios, se sumaron la puntuación de cada pregunta y se determinó el porcentaje de satisfacción e insatisfacción. El porcentaje promedio fue de 93% de satisfacción.

A partir de esta evaluación se logró descartar que la documentación fuera una de las causas de que el área no esté cumpliendo a tiempo con la demanda.

Tabla 12: Evaluación de desempeño

| Leyenda | |
|---------|-----------------|
| S | Satisfactorio |
| I | Insatisfactorio |

| No. | Prueba de desempeño | Desempeño | | Operarios | | | | | | | | | |
|--------------|---|------------|-----------|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
| | | S | I | S | I | S | I | S | I | S | I | S | I |
| 1 | Los guantes de nitrilo se deben utilizar al montar la carga para la esterilización. | 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | Armar la caja como muestra la imagen. Selle la parte inferior de la caja con cinta adhesiva. | 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | Coloque el divisor corrugado en la parte inferior dentro de la caja para proteger lotes de productos. | 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 4 | Identifique un divisor para preparar la caja como se indica en la tabla anexa. ** Si las cantidades de display box en las cajas es menor que la cantidad máxima por caja (shipper), llene el espacio con display box vacíos del mismo P / N. Etiquete los display box vacíos con etiquetas que tenga las palabras "Empty display Box" claramente escrito. | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | Ensamble el divisor como se muestra en la figura. | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 7 | Escanee el código de barra del label del display box y luego colocar dentro de la caja. Repetir hasta cumplir con la cantidad de display box permitido para la caja. Nota 1: Nunca colocar manualmente el código. Nota 2: Colocar las cajas con la orientación como muestra la imagen en donde los labels están visibles (hacia arriba dentro de la caja). Cuando se realiza el proceso de escanear cada display box es para crear el label de Handling unit, para realizar este proceso de la impresión de etiqueta de Handling Unit este favor seguir los lineamientos de la instrucción | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 7 | Luego de colocar todas los display box dentro de la caja, se debe poner divisores corrugados antes de cerrar la misma. | 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 8 | Nota: Para la impresión del Handling Unit seguir el procedimiento Proceso de handling unit de Load prep Pegue el label de Handling unit en la caja como se muestra en la imagen. | 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 9 | Coloque un label con el número correspondiente de la caja tal como especifica Configuración de Carga de Esterilización | 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 10 | Tome el label de BI y péguelo en la caja. Nota: asegúrese de que el label sea de color naranja. Los labels de los BIs deben ser colocados en orden consecutivo en la paleta, iniciando con el shipper #1 y siguiendo los lineamientos de la forma de configuración de paleta | 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 11 | Las cajas que contendrán un BI estarán marcadas por una etiqueta de "BI" en el exterior según la configuración de la paleta, de tal manera que el equipo de Esterilización pueda visualizar la misma en la parte de fuera cuando las cajas son paletizadas. | 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 12 | Asegúrese de que se coloquen todos los labels en la caja y que estén visibles, tal como se muestra en la figura (Label handling unit, Número de Caja y Labels de "BI") Cierre la caja usando cinta selladora. | 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 13 | Si hay menos que el número máximo de cajas para cualquier paleta dada, tal como se especifica en el Cuadro de Configuración de Carga de Esterilización. Nota: el producto Strata no se puede mezclar con otros productos | 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 14 | Pese las cajas en la balanza calibrada, el peso máximo de una caja debe no exceder de 25.5 LBS. NOTA: El peso total de la carga NO debe exceder los 388,5 LBS por paleta, (1165,5 LBS para una carga de 3 pallets o 2331 LBS para una carga de 6 paletas). El peso total de la carga se registrará en la hoja de cálculo de la configuración de la caja | 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 15 | Los productos empacados y las muestras de prueba que se procesan estériles se contabilizan físicamente y se empacan en cajas para el esterilizador contratado. | 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 16 | En caja de existir discrepancias; un informe de material no conforme debe ser generado y procesado | 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 17 | Para identificar paletas y/o cajas según aplique, usar la forma "Identificación de paleta y caja" | 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 18 | Luego de preparar las cajas o paletas se envían las mismas al área de Shipping. | 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Total | | 93% | 7% | | | | | | | | | | |

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

6.4.5 Escáner de código de barra inadecuado

Utilizar el escáner es de las operaciones que representan más dificultad en el área, ya que el cableado de este limita las destrezas del operario.

Hay dos pasos que involucran la presencia del escáner, uno de ellos es el escaneo de productos. Estos productos se encuentran en el rack a una distancia que el escáner alcanza, pero a pesar de esto es el segundo paso que más dura en el proceso, como se puede apreciar en la tabla 13.

El otro paso es crear e imprimir el HU de la paleta. Para crear el HU de la paleta, se debe escanear cada uno de los HU impresos anteriormente pegados en las cajas corrugadas.

El escáner no alcanza los HU, ya que estas cajas están en la paleta. Se logran escanear las cajas que están en la cara frontal de la paleta, pero cuando se intenta escanear las cajas que están en la cara lateral y trasera, el cable no llega hasta allí y ahí es donde el operario tiene que mover la paleta para poder lograr el escaneo. En la siguiente tabla se explica con más detalle.

"Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos"

Tabla 13: Análisis de escáner

| Datos | | |
|---|------------|-----------------|
| Distancia desde la computadora hasta la esquina de la mesa | 26.25 | <i>pulgadas</i> |
| Distancia desde la mesa hasta la paleta | 23 | <i>pulgadas</i> |
| Cara frontal de la paleta | 42 | <i>pulgadas</i> |
| Cara lateral de la paleta | 40 | <i>pulgadas</i> |
| Longitud del cable del escáner | 78 | <i>pulgadas</i> |
| Necesidad | | |
| Distancia desde la computadora hasta la cara lateral de la paleta | 50 - 89.25 | <i>pulgadas</i> |

Como se ve en la tabla el cable del escáner es de 78 pulgadas. Para llegar hasta la cara lateral de la paleta se necesitan desde 50-89.25 pulgadas y a la cara trasera se necesitan hasta 131.25 pulgadas por lo que es imposible que el operario escanee los HU sin mover la paleta.

Tabla 14: Especificaciones del escáner Symbol Technologies in

| Especificaciones del equipo actual | |
|---|-------------------------------------|
|  | |
| Escaner symbol technologies inc | |
| Largo del cable: | 78" |
| Tasa de escaneo: | 100 /s |
| Peso: | 5.15 oz |
| Tipo de producto: | escáner de código de barras de mano |
| Conectividad: | Por cable |
| Precio: | 130 USD |

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

6.4.6 Equipos, herramientas y materiales desordenados y sin secuencia

La secuencia de los equipos, herramientas y materiales es un punto importante en las líneas de producción ya que permite el flujo continuo de las operaciones, aprovechando al máximo el tiempo disponible para realizar los productos.

Se ha realizado un diagrama bimanual para medir el tiempo y analizar los movimientos de las operaciones.

Diagrama bimanual

A nivel mundial el 85 % de la población son diestros y el otro 15% pertenece a los zurdos. Es importante recalcar que, aunque esta condición se asume como normal, no puede dejarse de lado la inclusión masiva de actividades realizadas con la mano izquierda, especialmente en el área laboral.

Esta herramienta facilita el estudio de las operaciones repetitivas y permite al analista de procesos estudiar cada elemento con relación al tiempo de duración y a los movimientos que ejecuta.

A partir de este diagrama se pudo extraer con exactitud cuánto es el trabajo eficiente e ineficiente de cada mano y cuales operaciones se puede eliminar, reducir o combinar de alguna forma.

Este diagrama fue realizado al principio de la investigación junto con el estudio de tiempo para así abarcar todo lo que conlleva el estudio del trabajo, es decir, estudio de tiempos y movimientos.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

Primero se procedió a tomar los tiempos con la ayuda de un cronometro, mientras se iban tomando notas de cuales operaciones le correspondían a cada mano y cuánto tiempo duraban cada una de ellas. La categorización de operaciones se realizó a partir de la tabla de Therbligs de los Gilbreth (anexo 8), en la cual se establecían las operaciones eficientes e ineficientes y se describían cada una de ellas. Luego de esto, se determinó cual es el tiempo efectivo y no efectivo de cada mano y se determinó el tiempo total de ciclo.

Al analizar los resultados de este diagrama se visualiza que en la mano izquierda las operaciones 8, 13, 14, 16, 18, 20, 21, 22, 25 & 28 tienen el símbolo H que significa el soporte de un objeto mientras la otra mano realiza trabajo útil. Esto equivale a ineficiencia. Es importante mencionar que en el paso 9 la mano izquierda no realiza ningún trabajo ni tampoco sostiene nada. Es un tiempo totalmente ocioso.

Por otra parte, la mano derecha posee las operaciones 9, 16, 17, 20, 21, 22, 25 & 28 con la H. El detalle está en que, aunque tengan cantidad similares de este símbolo, la diferencia entre los tiempos efectivos de cada mano es muy grande. El de la mano izquierda es 1070.43 y el de la mano derecha es 1649.74, ambos en segundos.

Además, existe otro tiempo de ocio que es la P, este se encuentra en el paso 18 de la mano izquierda y en el paso 9 & 18 de la mano derecha.

Otro hallazgo importante es que los movimientos de algunos pasos están siendo afectados. Se están realizando movimientos excesivos por las siguientes razones:

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos”

- Paso 10: Los divisores se arman con mucha dificultad por falta de estabilidad.
- Paso 12: El colocar la caja en la balanza posee un tiempo elevado en la operación “Mover” ya que hay que recorrer una gran distancia para llevarla. Esto no debería ser así porque Mover es catalogada como la operación más corta de todas.
- Paso 24: En este la causa de tantos movimientos es que el escáner tiene un cable de longitud insuficiente para rodear la paleta, entonces el operario tiene que moverla.

Tabla 15: Diagrama bimanual

| Diagrama de proceso del Operario | | | | | | |
|--|--|--|--------------------|----------------|--------------|--|
| Proceso: Preparación de carga | | | | | | |
| Fecha: 05/10/2013 | | | Resumen | | | |
| Estación: Preparación de carga | | | Tiempo (seg) | Mano Izquierda | Mano Derecha | |
| Análisis: Yudelis González & Glisy Cleto | | | Tiempo efectivo | 1070.43 | 1649.74 | |
| Método: Agam | | | Tiempo no efectivo | 649.27 | 69.96 | |
| | | | Tiempo estándar | 1719.70 | | |

| Croquis de la estación de trabajo | | | | | | |
|-----------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |

| No. | Descripción de la mano izquierda | Símbolo/Letra | Tiempo estándar (seg) | Símbolo/Letra | Descripción de la mano derecha |
|-----|--|--------------------|-----------------------|--------------------|--|
| 1 | Acceder al sistema | U | 32.89 | U | Acceder al sistema |
| 2 | Verificar la demanda | U | 90.05 | U | Verificar la demanda |
| 3 | Transportar orden de producción a la estación de trabajo | G M RL | 22.16 | G M RL | Transportar orden de producción a la estación de trabajo |
| 4 | Verificar si la orden fue liberada | U | 27.31 | U | Verificar si la orden fue liberada |
| 5 | Requerir MROs | U | 93.58 | U | Requerir MROs |
| 6 | Esperar entrega de materiales | - | - | - | Esperar entrega de materiales |
| 7 | Tomar y armar la caja | RE G M A | 28.90 | RE G M A | Tomar y armar la caja |
| 8 | Sostener las solapas | H | 23.59 | G A | Pegar las solapas con tape |
| 9 | Colocar la tapa inferior | - | 14.16 | RE G P | Colocar la tapa inferior |
| 10 | Tomar divisores y armar | RE G A PP | 48.02 | RE G A PP | Tomar divisores y armar |
| 11 | Entrar los divisores en la caja | G RL | 12.49 | G RL | Entrar los divisores en la caja |
| 12 | Colocar la caja en la balanza | G M RL | 22.29 | G M RL | Colocar la caja en la balanza |
| 13 | Abrir fundas | G DA H | 19.01 | G DA G U | Abrir fundas y cortar fundas con tijera |
| 14 | Sostener producto | G H | 459.05 | G U | Escanear producto |
| 15 | Ensamblar display box vacíos | G A | 163.39 | G A | Ensamblar display box vacíos |
| 16 | Tomar etiquetas y sostener display box vacíos | RE G H | 33.04 | H DA G A | Despegar etiquetas y colocar etiquetas "Empty box" |
| 17 | Colocar producto dentro de la caja | M | 180.86 | H G RL | Colocar producto dentro de la caja |
| 18 | Colocar tapa superior | H P | 13.07 | RE G M P | Colocar tapa superior |
| 19 | Imprimir HU | U | 12.01 | U | Imprimir HU |
| 20 | Sostener etiquetas | G H | 22.23 | H G DA | Colocar etiquetas |
| 21 | Cerrar la caja | G H | 65.64 | H G | Colocar tape |
| 22 | Pesar y llenar forma de identificación de caja | G H | 50.44 | H G PP M | Pesar y llenar forma de identificación de caja |
| 23 | Colocar caja en la paleta | G M RL | 24.40 | G M RL | Colocar caja en la paleta |
| 24 | Crear e imprimir HU de la paleta | U | 54.66 | U | Crear e imprimir HU de la paleta |
| 25 | Pegar HU | G M H | 19.88 | H DA | Pegar HU |
| 26 | Transportar paleta a Embarque y pesar | G M RL | 45.86 | G M RL | Transportar paleta a Embarque y pesar |
| 27 | Devolver la paleta al área | G M RL | 46.28 | G M RL | Devolver la paleta al área |
| 28 | Llenar forma de identificación de paleta | G H | 69.21 | H G PP M | Llenar forma de identificación de paleta |
| 29 | Inspeccionar la paleta | - | - | - | Inspeccionar la paleta |
| 30 | Transportar paleta a Embarque | G M RL | 25.23 | G M RL | Transportar paleta a Embarque |

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

6.4.7 Materiales no disponibles al momento de empacar

Al inicio de la orden, en la operación 5, el operador debe requerir los MROs restantes porque no hay un lugar designado para el almacenamiento de los mismos. El único MRO que tiene un lugar asignado es la paleta según la distribución del área (figura 5). Esto genera una demora en el proceso ya que se debe esperar a que Almacén prepare el pedido, ellos tienen su propio tiempo de procesamiento dependiendo la demanda de las demás líneas de producción y estos materiales son almacenados en una localidad fuera de la planta, por lo que en ocasiones se tarda más de lo normal.

Esta operación tiene el tiempo de ciclo más alto del flujo por lo que es considerada el cuello de botella y marca el paso del proceso; debido a esto la operación siguiente, es decir, ensamblar la caja corrugada genera un pull mientras espera los materiales.

6.4.8 Equipos de protección personal y ergonomía

Aunque no es parte del objeto de estudio, es importante que el ambiente laboral sea lo más seguro posible para el operador, que no esté expuesto a riesgos laborales, por lo que el área debe cumplir con ciertas características que eviten lesiones, accidentes y/o enfermedades. Por eso, se decidió realizar un estudio de ergonomía basado en los requerimientos de la empresa. Este estudio está adjunto en la sección de Anexos (anexo 6).

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

Esta área no tiene establecido el uso de ningún equipo de protección personal para sus empleados, a pesar de manejar montacargas con paletas llena de cajas corrugadas y que se encuentran dentro del almacén, en donde los materiales están colocados en tramos metálicos y en una altura con posibilidades de caerse y provocar un accidente.

Las cajas corrugadas son armadas en la paleta, el operador debe bajarse para ensamblarla, ya que en la mesa no hay espacio disponible para realizar las operaciones encima de ella.

La altura de la mesa no es adecuada para realizar operaciones de pie ya que el operador debe inclinarse para realizar las actividades y esto podría generarle lesiones músculoesqueléticas, según los requerimientos establecidos en la empresa.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
 en una industria de dispositivos médicos”

6.5 Resumen

Se ha comprobado que solo una de las 7 posibles causas seleccionadas no tiene el potencial de incidir en el aumento del tiempo total de ciclo del proceso, por lo que se ha decidido proponer soluciones basado en las demás 6 causas.

Tabla 16: Impacto de las causas potenciales

| # | Causas potenciales | Impacto |
|---|--|---------|
| 1 | Insuficiente espacio para realizar las tareas | ✓ |
| 2 | Operaciones innecesarias | ✓ |
| 3 | Materiales colocados lejos de la estación de trabajo | ✓ |
| 4 | Procedimientos, instrucciones de trabajo y formas no claras y/o precisas | ✗ |
| 5 | Escáner de código de barra inadecuado | ✓ |
| 6 | Equipos, herramientas y materiales desordenados y sin secuencia | ✓ |
| 7 | Materiales no disponible al momento de empacar | ✓ |

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

CAPITULO VII PROPUESTA

Después de analizar y evaluar la situación actual, es momento de proponer soluciones que permitan reducir el tiempo de ciclo y aumentar la capacidad de producción del área de preparación de carga.

7.1 Propuesta 1: Rediseño del proceso y estación de trabajo

Con el estudio previo de las causas, se comprobó que la mayoría de estas están relacionadas al diseño de la estación de trabajo y al método en que se realizan las operaciones. En primera instancia se propone un rediseño al proceso y a la estación de trabajo.

Antes de realizar cualquier modificación a la estructura de la estación, es importante tomar en cuenta cuales de las operaciones son realmente necesarias para el proceso.

▪ Modificación de las operaciones en el proceso

La operación 2 no será necesaria ya que en el reporte de Planning se incluirá la cantidad de productos que deben ser empacados.

La operación 3 y la inspección 4 fueron intercambiadas para que el operario verifique la disponibilidad de la orden antes de moverla a la estación de trabajo y no tener que devolverla.

La operación 11 será eliminada ya que puede ser combinada con la operación 10 y armar los productos dentro de la caja, así se reduce este tiempo.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

Las operaciones 15 y 16 serán asignadas al área de Empaque, quienes completarán la cantidad de cajas necesarias y el operador de preparación de carga no tendrá que armar las cajas restantes.

Se eliminará el pesaje de la paleta (transporte 26 y 27) y solo será realizado en el área de Embarque. Para obtener este dato, se sumará todos los pesos de las cajas registradas en la hoja de configuración de cajas y el peso estándar de la paleta establecido.

▪ **Sustitución de la mesa de trabajo**

Se sustituirá la mesa de la estación de trabajo por una más grande y alta, así la caja será armada encima de esta y se evitarán lesiones ergonómicas en el operador. La mesa utilizada en las demás áreas de producción es la figura 13. Esta tiene características peculiares que permite al operador sentirse más cómodo y seguro para la realización de las tareas:

1. Los componentes son diseñados ergonómicamente para asegurar la máxima seguridad del trabajador.
2. Puede ser reconfigurada rápidamente en cualquier momento.
3. Permite mover el tope de la mesa para aumentar o disminuir la altura.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

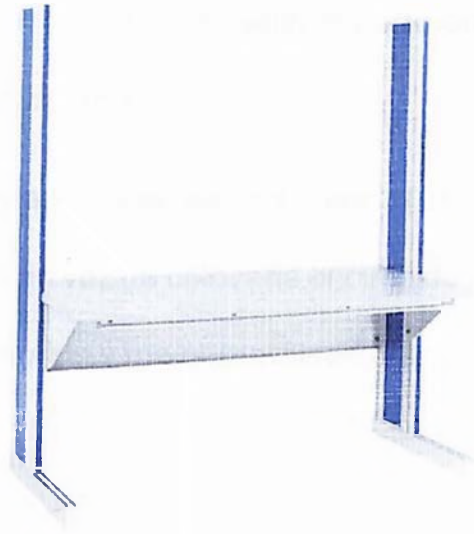


Figura 13: Estación de trabajo ergonómica

Hay diferentes alternativas para elegir el tamaño ideal para la mesa según la tabla 17:

Tabla 17: Tamaño de la estación de trabajo

| Profundidad de la superficie (pulgadas) |
|--|
| 30 |
| 36 |
| Altura vertical (pulgadas) |
| 36 |
| 48 |
| 60 |
| 72 |
| 84 |

Ahora, según el tamaño que ocupa cada uno de los equipos (tabla 11) más el que ocupa una caja corrugada (416.25 in²), la mesa ideal para esta estación de trabajo es 84 x 36 pulgadas (3,024 in²), para que puedan caber todos los equipos,

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

se pueda tener una mayor cantidad de espacio y adicional tener disponibilidad para cualquier documentación del proceso.

Además, se colocarían bases aéreas para el monitor, teclado y CPU para sostener la computadora en vez de colocarla encima de la mesa, esto podría ahorrar espacio para otros accesorios y mejor movilidad del operario.

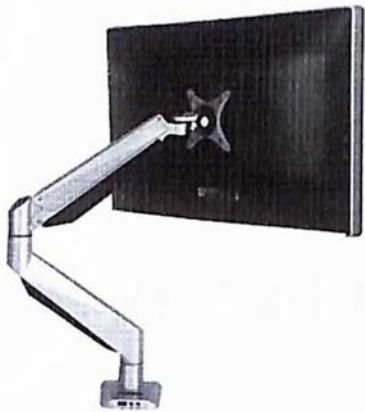


Figura 14: Base de Monitor



Figura 15: Base de Teclado

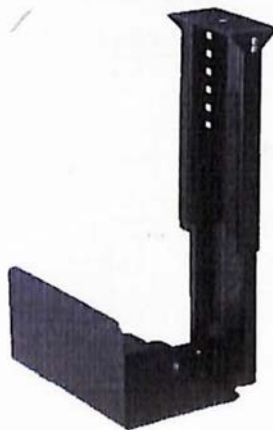


Figura 16: Base de CPU

"Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos"

- **Cambio de herramientas**

El escáner utilizado en la estación es cableado, por lo que lo ideal sería utilizar un escáner de código de barra inalámbrico, para que así sea fácil y rápido utilizarlo al momento de escanear los HUs de las cajas y de la paleta.

Tabla 18: Especificaciones del escáner Motorola

| Especificaciones del equipo ideal | |
|--|-------------------------------------|
|  | |
| Motorola Barcode Scanner | |
| Largo del cable: | n/a |
| Tasa de escaneo: | 547 /s |
| Peso: | 7.9 oz |
| Tipo de producto: | escáner de código de barras de mano |
| Conectividad: | Bluetooth |
| Precio: | 450 USD |

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

Se utilizará un dispensador de cinta adhesiva para que el operario no pegue las solapas de las cajas manualmente.

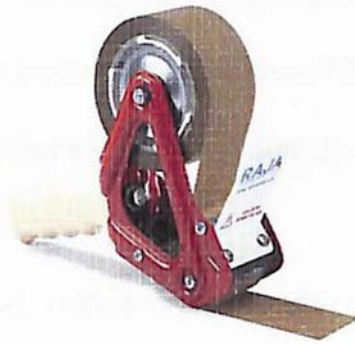


Figura 17: Dispensador de cinta adhesiva

▪ **Seguridad:**

Es necesario colocarle una alfombra ergonómica a la estación de trabajo ya que el operario debe realizar las tareas totalmente de pie y debe utilizar zapatos de seguridad porque este trabaja con equipos de manejo de materiales que pueden causar accidentes laborales mientras traslada la paleta y por ende se debe evitar.



Figura 18: Alfombra ergonómica

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

7.2 Propuesta 2: Implementación de 5S

Es importante siempre tener lugares designados y mantener el área organizada para que sea más ágil y eficiente realizar las operaciones. Como una de las causas de este problema es que las herramientas y materiales estén desordenados y sin secuencia, utilizar esta herramienta nos permite organizar y ubicar esos materiales y herramientas:

7.2.1 Clasificar: Primero se identificaron todos los objetos que están en la estación de trabajo:

Tabla 19: Objetos del área

| Objetos |
|----------------------------------|
| Cinta adhesiva |
| Cajas corrugadas |
| Divisores |
| Etiquetas |
| Tapas |
| Paleta |
| Balanza |
| Computadora |
| Escáner de código de barra |
| Impresora |
| Guantes |
| Carros de display box |
| Servilletas con alcohol |
| Log book de Preparación de Carga |
| Tijeras |
| Transpaleta |

Luego se clasificaron los objetos que ya tienen un lugar designado según la distribución del área y los objetos que no tienen un lugar designado. A su vez esto fueron clasificados en móviles y materia prima:

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos”

Objeto con lugar designado

Tabla 20: Objetos con lugar designado

| Objeto con lugar designado |
|----------------------------|
| Paleta |
| Balanza |
| Computadora |
| Escáner de código de barra |
| Impresora |
| Carros de display box |

Objeto sin lugar designado

- Móviles

Tabla 21: Objetos sin lugar designado móviles

| Móviles |
|-----------------------------------|
| Cinta adhesiva |
| Etiquetas |
| Guantes |
| Cajita de servilletas con alcohol |
| Log book de Preparación de Carga |
| Tijeras |
| Transpaleta |

- Materia prima

Tabla 22: Materia prima

| Materia prima |
|------------------|
| Cajas corrugadas |
| Divisores |
| Tapas |
| Cajas plegadizas |

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

7.2.2 Organizar:

Objetos con lugar designado

Algunos de los objetos con lugar designado están desordenados, ya que anteriormente no se realizó una evaluación para identificar su mejor ubicación, lo que provoca que el proceso tarde más. Como es el caso de los objetos que están encima de la mesa de trabajo.

▪ Reubicación de los equipos y materiales

Se realizarán cambios en la distribución actual para que los equipos se organicen según el proceso y que los display boxes estén más cerca de la estación de trabajo.

Como se mencionó anteriormente la balanza es el último equipo que se utiliza en el proceso para pesar las cajas y luego es colocada encima de la paleta en base a una configuración. Según la distribución del área, la paleta se encuentra en el extremo de la ubicación de la balanza. Por lo que el orden ideal según las operaciones sería computadora, escáner, impresora y luego la balanza, al lado de la paleta.

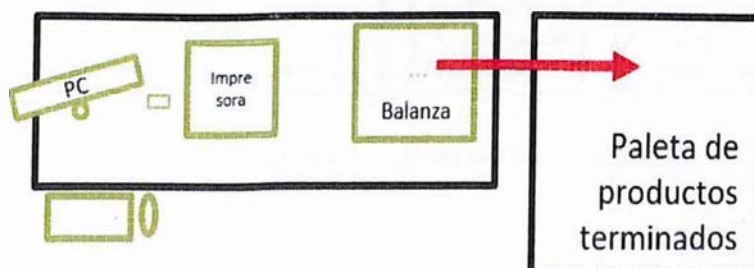


Figura 19: Distribución de equipos propuesta

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

El área será reubicada para aprovechar el espacio disponible dentro del Almacén y que las operaciones no sean interrumpidas por el tránsito de los almacenistas. Los racks se colocarán al frente de la estación de trabajo y tendrá un pasillo de para que puedan transitar los empleados y los equipos de manejo de materiales. El tamaño de la transpaleta es 0.68 m x 1.62 m, es decir, si existen dos transpaletas transitando al mismo tiempo, es necesario que el pasillo sea mayor a 1.36 m.

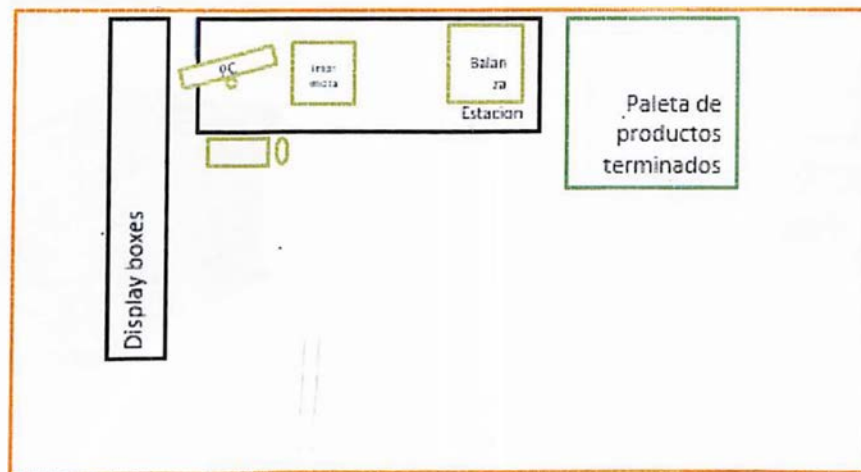


Figura 20: Distribución del área propuesta

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

Objetos sin lugar designado

Los objetos sin lugar designado móviles se pueden colocar en un tope encima de la mesa y en una barra para bins, y designar un bin para cada objeto identificándolos con una etiqueta con su P/N y su descripción.

En total se deben colocar 4 bins, ya no es necesario asignarle un bin para colocar el log book de preparación de carga y la cajita de servilletas con alcohol.

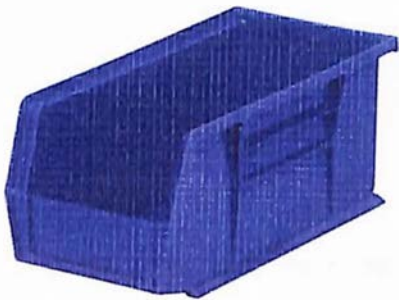


Figura 21: Bin



Figura 22: Estación de trabajo ergonómica

Se colocará un estante para almacenar los MROs como caja corrugada, divisores y tapas, así el operador no deberá requerirlos al inicio de cada orden, sino que estarán disponibles en el área y estos serán reabastecidos antes de que se agoten. Por lo que las operaciones 5 y 6 ya no serán parte del flujo de ensamble de las cajas corrugadas. El estante tendrá un tamaño de 54 ½ x 18 x 77 ½ pulgadas y se dividirá en tres niveles: En el primer nivel se almacenarán tapas y divisores y en las demás cajas corrugadas.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos”

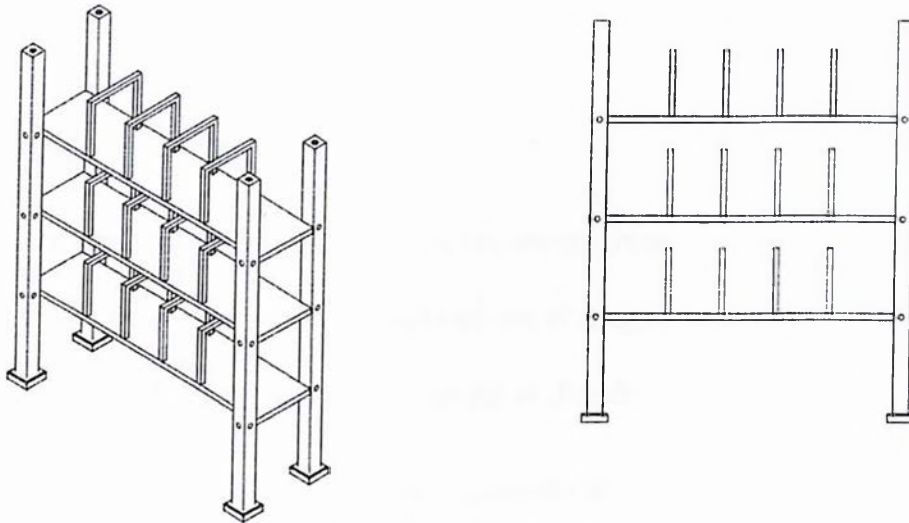


Figura 23: Estante para los materiales

7.2.3 Limpiar:

Al final de empacar la orden de producción se debe limpiar la estación de trabajo, eliminando cualquier desperdicio del área como residuos de la orden de producción anterior, hojas impresas que no se van a utilizar y se desecharán en zafacones, y al final se le pasara servilletas con alcohol.

7.2.4 Estandarizar:

Se establecerá en la instrucción de trabajo de preparación de carga que el operario al inicio y final de cada orden deberá ejecutar la limpieza de línea. Además, se gestionará un reentrenamiento con el nuevo método.

7.2.5 Mantener la disciplina:

El operario deberá llenar una forma en donde tendrá que verificar todos los puntos, para así asegurar que se ha completado todas las actividades de la limpieza de línea (anexo 7). Además, la empresa tiene implementado un programa de mejora

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

continua, lo cual incluye verificación de 5S mensuales para todas las áreas de producción.

7.3 Resumen

A continuación, se presenta una tabla resumida de las acciones propuestas para cada causa y se describen por operaciones en el diagrama de flujo de proceso con sus respectivas modificaciones y mejoras en el diseño de la estación.

Tabla 23: Acciones propuestas por causas

| # | Causas potenciales | Acciones propuestas |
|---|---|---|
| 1 | Insuficiente espacio para realizar las tareas | Sustitución de la mesa de trabajo por una más grande |
| 2 | Operaciones innecesarias | Eliminación de operaciones innecesarias y asignación de operaciones repetitivas a otros departamentos |
| 3 | Materiales colocados lejos de la estación de trabajo | Cambio de layout |
| 4 | Escáner de código de barra inadecuado | Cambio de escáner |
| 5 | Equipos, herramientas y materiales desordenados y sin secuencia | Aplicación de 5S |
| 6 | Materiales no disponibles al momento de empaçar | Colocación de estante para materiales |

En la tabla 24, las operaciones resaltadas en azul significan que la operación fue agregada o cambiada de secuencia, las tachadas y subrayadas en color rojo fueron eliminadas, y los tiempos y distancias resaltadas con color naranja significa que esta cantidad será reducida ya sea por el cambio de layout o por algún cambio en el método. En la última columna se indica cada una de las observaciones mejoradas.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos”

En total, 4 operaciones, 2 transportes y una inspección fueron eliminadas, se agregó una nueva operación y 13 eventos serán reducidos en tiempo y en distancia.

Tabla 24. Diagrama de flujo de proceso con las modificaciones

| Ubicación: Área de Loap Prep | | | | | | Resumen | | | | |
|--|-----------|--|------------|-----------|-----------------|--|---|--------------|------------------|---|
| Actividad : Proceso de preparación de carga | | | | | | Evento | Presente | Propuesto | | |
| Fecha: 1/7/2018 | | | | | | Operación | 21 | 18 | | |
| Operador: B | | Analista: Gilsy Cleto y Yudelis Gonzalez | | | | Transporte | 4 | 2 | | |
| Metodo: | | Presente | | Propuesto | | Inspección | 4 | 3 | | |
| Tipo: | | Trabajador | | Material | | Máquina | | Demora | 1 | 0 |
| Comentario: El operario no utiliza ningún EPP y trabaja de pie. El área esta ubicada en el medio de Almacén. | | | | | | Almacenamiento | 0 | 0 | | |
| | | | | | | Tiempo (seg) | 2782.47 | - | | |
| | | | | | | Distancia (mtrs) | 42.68 | - | | |
| Etapa | Operación | Transporte | Inspección | Demora | Almacena miento | Descripción del evento | Método | Tiempo (seg) | Distancia (mtrs) | Observaciones mejoradas |
| N | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Realizar limpieza de linea | Manual | N | - | Nueva operación |
| 1 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Acceder al sistema | SAP | 32.89 | - | |
| 2 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Verificar la demanda | SAP | 90.05 | - | Incluir en el reporte de Planning |
| 4 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Verificar el estado de la orden | SAP | 27.13 | 1.22 | Cambiar de secuencia |
| 3 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Transportar orden de producción a la estación de trabajo | Racks | 22.16 | 4.88 | Cambiar de secuencia |
| 5 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Requerir MROs | SAP | 93.58 | - | Colocar un estante para almacenar los materiales |
| 6 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Demora en esperar los materiales | N/A | 945.07 | - | |
| 7 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Tomar y armar la caja | Manual | 28.90 | 3.66 | Cambiar la mesa por una mas grande |
| 8 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Pegar las solapas | Cinta adhesiva | 42.59 | - | Colocar una herramienta para dispensar cinta adhesiva |
| 9 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Colocar la tapa inferior | Manual | 14.16 | - | |
| 10 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Tomar divisores y armar | Manual | 48.02 | - | Armar los divisores dentro de la caja |
| 11 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Entrar los divisores en la caja | Manual | 12.49 | - | Combinarla con la op. 10 |
| 12 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Colocar la caja en la balanza | Manual | 22.29 | 3.35 | Cambiar la mesa por una mas grande |
| 13 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Abrir fundas | Tijeras | 28.11 | - | |
| 14 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Escanear producto | Lector de Código de barra | 459.05 | 0.61 | |
| 15 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Ensamblar display box vacios | Manual | 163.392 | - | Asignarle esta actividad al area de Empaque |
| 16 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Colocar etiquetas " Empty box" | Manual | 62.049 | - | Asignarle esta actividad al area de Empaque |
| 17 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Colocar producto dentro de la caja | Manual | 180.86 | - | |
| 18 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Colocar tapa superior | Manual | 13.07 | - | |
| 19 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Imprimir HU | Impresora | 12.01 | 0.61 | |
| 20 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Colocar etiquetas | Manual | 44.46 | 1.22 | |
| 21 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Cerrar la caja | Manual | 65.64 | - | Colocar una herramienta para dispensar cinta adhesiva |
| 12 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Colocar la caja en la balanza | Manual | 22.29 | 3.35 | |
| 22 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Pesar y llenar forma de identificación de caja | Balanza | 50.44 | - | |
| 23 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Colocar caja en la paleta | Manual | 24.40 | 2.74 | |
| 24 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Crear, escanear e imprimir HU de la paleta | Lector de código de barra, SAP | 54.66 | 2.13 | Cambiar el lector de codigo de barra actual por uno inalambrico |
| 25 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Pegar HU | Manual | 19.88 | 1.83 | |
| 26 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Transportar paleta a Embarque y pesar | Transpaleta, Balanza de paleta | 45.86 | 7.92 | Asignarle esta actividad a Embarque |
| 27 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Devolver la paleta al area | Transpaleta | 46.28 | 7.92 | |
| 28 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Llenar forma de identificación de paleta | Manual | 69.21 | 2.44 | |
| 29 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Inspeccionar la paleta | Manual | 38.35 | - | |
| 30 | ● | → | ■ | ■ | ▼ | Transportar paleta a Embarque | Transpaleta | 25.23 | 2.13 | |

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

7.4 Resultados

Luego de proponer las soluciones que reduzcan el tiempo de ciclo, se mostrarán los resultados de la implementación de esta a través de los diferentes diagramas desarrollados en esta investigación.

Para estimar el posible tiempo de ciclo si se implementa la propuesta, se eliminaron las operaciones innecesarias y otras fueron asignadas a otros departamentos. Luego se simularon las operaciones con la distribución propuesta y se midieron la cantidad de pasos necesarios para completar una caja corrugada. Basado en estas nuevas distancias recorridas, se realizó una regla de tres para determinar proporcionalmente el tiempo de duración. Las operaciones que no requerían movimientos de desplazamiento, se determinaron a partir de los cambios propuestos, como el dispensador de cinta adhesiva y el escáner.

Tabla 25: Reducción de tiempo basado en la distancia

| OPERACIÓN | REGLA DE TRES | | |
|-----------|---------------|--------------|-------|
| | Pasos | Tiempo (seg) | |
| 3 | 16 | 22.16 | 13.85 |
| | 10 | x | |
| 7 | 12 | 28.90 | 16.88 |
| | 7 | x | |
| 12 | 11 | 22.29 | 4.05 |
| | 2 | x | |
| 19 | 2 | 12.01 | 6.00 |
| | 1 | x | |
| 20 | 4 | 44.46 | 11.11 |
| | 1 | x | |
| 23 | 9 | 24.40 | 5.42 |
| | 2 | x | |
| 24 | 7 | 54.66 | 39.04 |
| | 5 | x | |
| 25 | 6 | 19.88 | 16.57 |
| | 5 | x | |
| 26 | 8 | 69.21 | 25.95 |
| | 3 | x | |
| 30 | 7 | 25.23 | 57.67 |
| | 16 | x | |

"Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos"

En la siguiente tabla se muestra el antes de las mejoras propuestas y el después de ellas según la distancia recorrida.

Tabla 26. Estimación de tiempo según la distancia recorrida

| Operación | Descripción | ACTUAL | | | PROPUESTA | | |
|-----------|--|--------------------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|--------------------------------|
| | | Tiempo de ciclo anterior (seg) | Pasos anteriores | Distancia (mtrs) | Pasos mejorados | Distancia (mtrs) | Tiempo de ciclo mejorado (seg) |
| 3 | Transportar orden de producción a la estación de trabajo | 22.16 | 16 | 4.88 | 10 | 3.05 | 13.85 |
| 4 | Verificar el estado de la orden | 27.31 | 4 | 1.22 | | | |
| 7 | Tomar y armar la caja | 28.90 | 12 | 3.66 | 7 | 2.13 | 16.86 |
| 12 | Colocar la caja en la balanza | 22.29 | 11 | 3.35 | 2 | 0.61 | 4.05 |
| 14 | Escanear producto | 459.05 | 2 | 0.61 | | | |
| 19 | Imprimir HU | 12.01 | 2 | 0.61 | 1 | 0.30 | 6.00 |
| 20 | Colocar etiquetas | 44.46 | 4 | 1.22 | 1 | 0.30 | 11.11 |
| 23 | Colocar caja en la paleta | 24.40 | 9 | 2.74 | 2 | 0.61 | 24.40 |
| 24 | Crear, escanear e imprimir HU de la paleta | 54.66 | 7 | 2.13 | 5 | 1.52 | 39.04 |
| 25 | Pegar HU | 19.88 | 6 | 1.83 | 5 | 1.52 | 16.57 |
| 26 | Transportar paleta a Embarque y pesar | 45.86 | 26 | 7.92 | | | |
| 27 | Devolver la paleta al area | 46.28 | 26 | 7.92 | | | |
| 28 | Llenar forma de identificación de paleta | 69.21 | 8 | 2.44 | 3 | 0.91 | 25.95 |
| 30 | Transportar paleta a Embarque | 25.23 | 7 | 2.13 | 16 | 4.88 | 57.67 |

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos”

7.4.1 Métricas de desempeño del proceso con relación al nuevo tiempo de ciclo

- **Tiempo de ciclo reducido**

El tiempo de ciclo reducido es 1084.95 segundos equivalente a 18.08 minutos.

Este sería el nuevo tiempo de ciclo después de ser implementadas las propuestas basada en la regla de tres descrita anteriormente y las demás mejoras.

Tabla 27: Estimación de tiempo según la propuesta

| Estimación de tiempos | | | | | | |
|-----------------------|---|--------------------|---------|----------|----------------|-----------------|
| # | Descripción | Tiempos (segundos) | | | Nuevo estándar | |
| | | Promedio | Normal | Estándar | | |
| 1 | Realizar limpieza de línea | - | - | - | 45.20 | |
| 2 | Acceder al sistema | 29.63 | 35.26 | 32.89 | 32.89 | |
| 3 | Verificar la demanda | 81.13 | 96.54 | 90.05 | - | |
| 4 | Verificar si la orden fue liberada | 24.60 | 29.28 | 27.31 | 27.31 | |
| 5 | Transportar orden de producción a la | 19.97 | 23.76 | 22.16 | 13.85 | |
| 6 | Requerir MROs | 84.30 | 100.32 | 93.58 | - | |
| 7 | Esperar entrega de materiales | 851.41 | 1013.18 | 945.07 | - | |
| 8 | Tomar y armar la caja | 26.04 | 30.98 | 28.90 | 16.86 | |
| 9 | Pegar las solapas | 38.37 | 45.66 | 42.59 | 21.30 | |
| 10 | Colocar la tapa inferior | 12.76 | 15.18 | 14.16 | 14.16 | |
| 11 | Tomar divisores y armar | 43.26 | 51.48 | 48.02 | 48.02 | |
| 12 | Entrar los divisores en la caja | 11.25 | 13.39 | 12.49 | - | |
| 13 | Abrir fundas | 25.33 | 30.14 | 28.11 | 28.11 | |
| 14 | Escanear producto | 413.56 | 492.14 | 459.05 | 356.89 | |
| 15 | Ensamblar display box vacíos | 147.2 | 175.168 | 163.392 | - | |
| 16 | Colocar etiquetas " Empty box" | 55.9 | 66.521 | 62.049 | - | |
| 17 | Colocar producto dentro de la caja | 162.94 | 193.90 | 180.86 | 180.86 | |
| 18 | Colocar tapa superior | 11.78 | 14.01 | 13.07 | 13.07 | |
| 19 | Imprimir HU | 10.82 | 12.87 | 12.01 | 6.00 | |
| 20 | Colocar etiquetas | 40.05 | 47.66 | 44.46 | 11.11 | |
| 21 | Cerrar la caja | 59.14 | 70.37 | 65.64 | 32.82 | |
| 22 | Colocar la caja en la balanza | 20.08 | 23.89 | 22.29 | 4.05 | |
| 23 | Pesar y llenar forma de identificación de | 45.44 | 54.08 | 50.44 | 50.44 | |
| 24 | Colocar caja en la paleta | 21.98 | 26.16 | 24.40 | 24.40 | |
| 25 | Crear e imprimir HU de la paleta | 49.24 | 58.60 | 54.66 | 19.04 | |
| 26 | Pegar HU | 17.91 | 21.32 | 19.88 | 16.57 | |
| 27 | Transportar paleta a Embarque y pesar | 41.31 | 49.16 | 45.86 | - | |
| 28 | Devolver la paleta al área | 41.69 | 49.61 | 46.28 | - | |
| 29 | Llenar forma de identificación de paleta | 62.35 | 74.20 | 69.21 | 25.95 | |
| 30 | Inspeccionar la paleta | 34.55 | 41.12 | 38.35 | 38.35 | |
| 31 | Transportar paleta a Embarque | 22.73 | 27.05 | 25.23 | 57.67 | |
| | | | | | 1084.95 | <i>segundos</i> |
| | | | | | 18.08 | <i>minutos</i> |

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

▪ **Capacidad de diseño**

Para determinar la nueva capacidad basado en el nuevo diseño de estación de trabajo, se dividió el tiempo disponible entre el nuevo tiempo de ciclo y como resultado se obtuvo que el área puede producir 27 cajas corrugadas por día.

$$Capacidad\ de\ diseño = \frac{Tiempo\ disponible}{Tiempo\ de\ ciclo} = \frac{490\ minutos}{18.08\ minutos} = 27\ unidades$$

▪ **Capacidad efectiva**

Luego de calcular la capacidad máxima que tiene el área para producir según las estimaciones, se consideraron las restricciones operativas multiplicando la capacidad de diseño por la eficiencia estándar de la planta. Como resultado se determinó que la capacidad efectiva es 24 cajas corrugadas:

$$Capacidad\ efectiva = (Capacidad\ de\ diseño * Eficiencia)$$

$$Capacidad\ efectiva = (27\ cajas * 0.89) = 24\ cajas\ corrugadas$$

▪ **Productividad**

Luego se estima la productividad si se produce 24 unidades al día:

$$Productividad\ estimada = \frac{24\ cajas\ corrugadas\ por\ día}{1\ persona\ @490\ minutos\ por\ día} = \frac{24\ cajas\ corrugadas\ por\ día}{1\ persona\ @\ 8.17\ horas\ por\ día} = 2.9\ Cajas\ corrugadas\ por\ hora$$

En resumen, se ha disminuido el tiempo de ciclo y aumentado la capacidad de diseño, la capacidad efectiva y la productividad. Ver tabla 28.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

Ahora los equipos sólo ocuparan el 19.95% de la mesa de la estación de trabajo ya que la nueva mesa tiene un área de 3,024 in² y los equipos de 603.25 in² dejando el suficiente espacio para poder ensamblar la caja corrugada encima de la mesa como se puede ver en la figura 25.

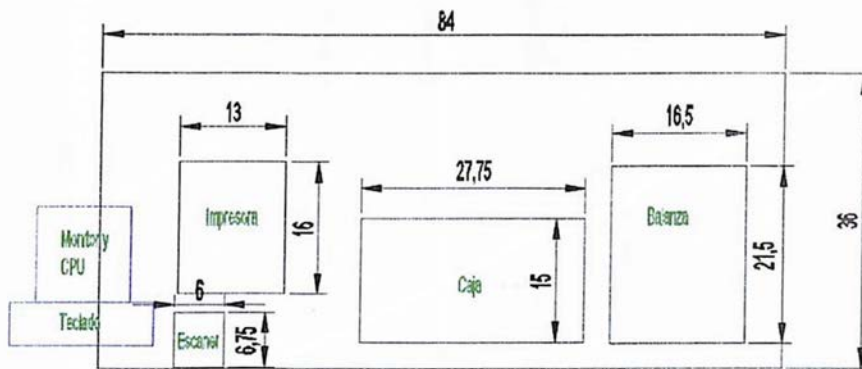


Figura 25: Distribución de la mesa propuesta

7.4.3 Gráfica de proceso productivo

Se reduce la cantidad de operaciones totales de 20 a 17 y el tiempo de ejecución a 964.8 segundos, y la cantidad de inspecciones de 4 a 3 con un total de 120.15 segundos.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

Tabla 28: Métrica actual vs propuesta

| | Actual | Propuesto |
|---------------------|--------|-----------|
| Capacidad de diseño | 25 | 27 |
| Capacidad efectiva | 22 | 24 |
| Utilización | 44% | TBD |
| Eficiencia | 50% | TBD |
| Productividad | 1.3 | 2.9 |

7.4.2 Distribución propuesta de la estación de trabajo

Esta es la nueva distribución del área. Se ha mejorado el flujo de material y el desplazamiento del operario para disminuir el tiempo de ciclo del proceso. Ahora la distribución es secuencial según los pasos de las operaciones y la estación de trabajo está organizada en forma de U.

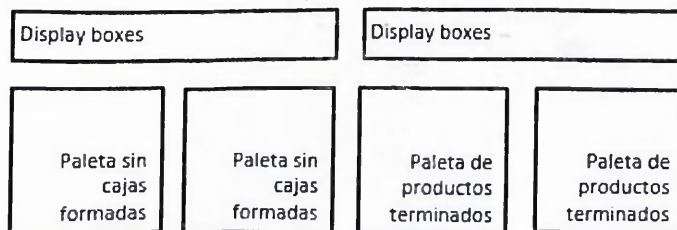
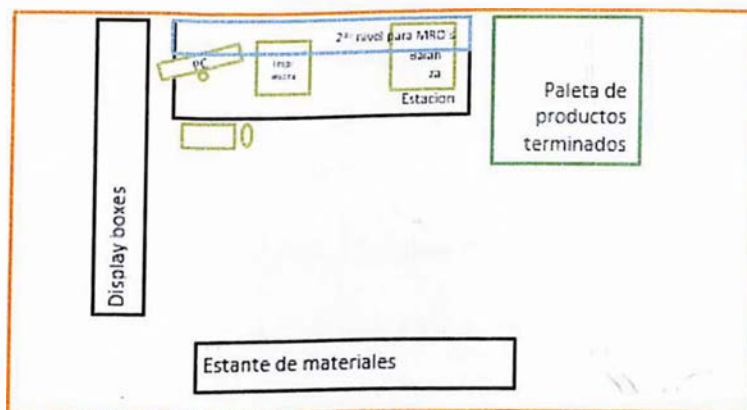


Figura 24: Distribución propuesta

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

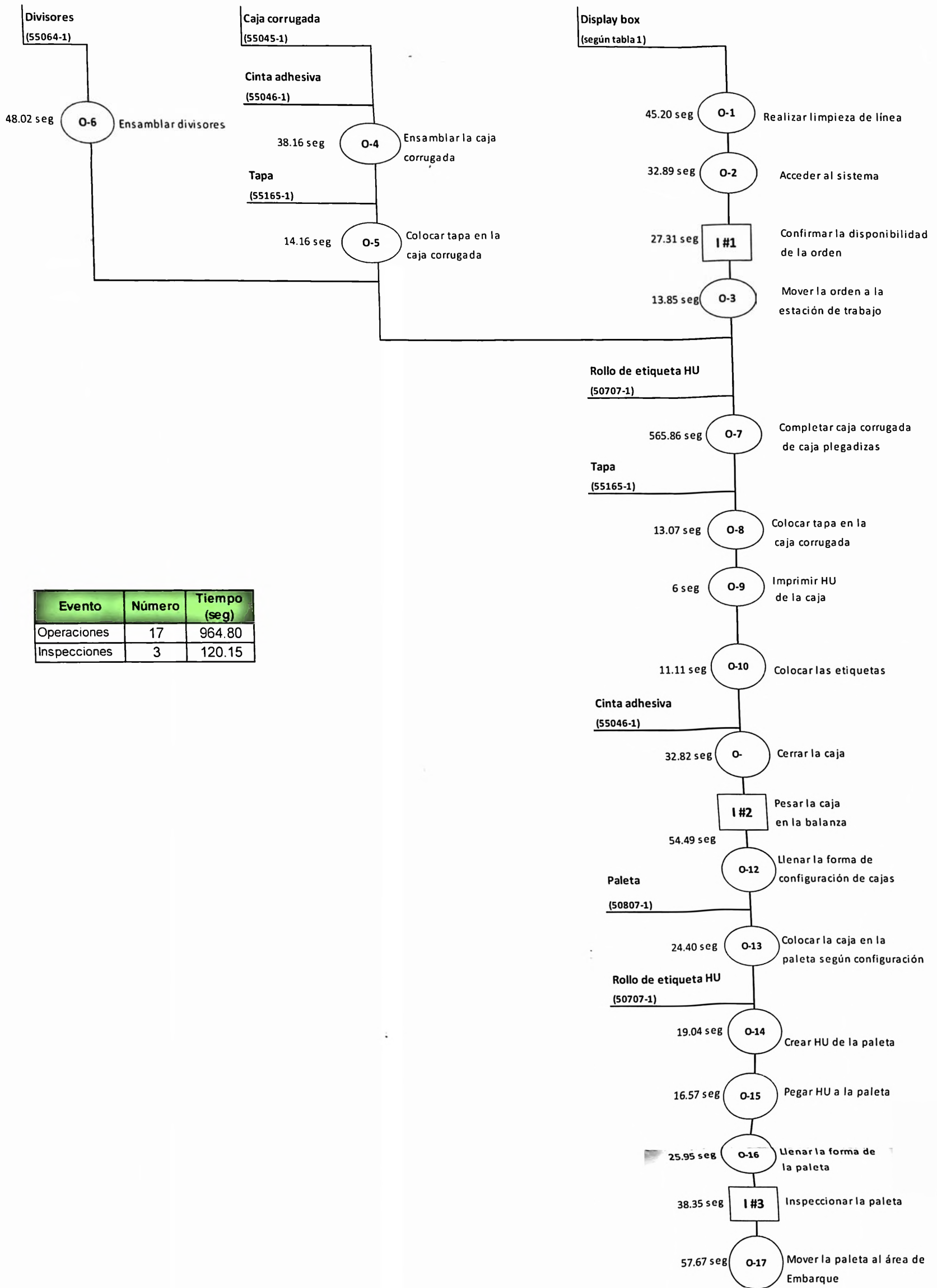


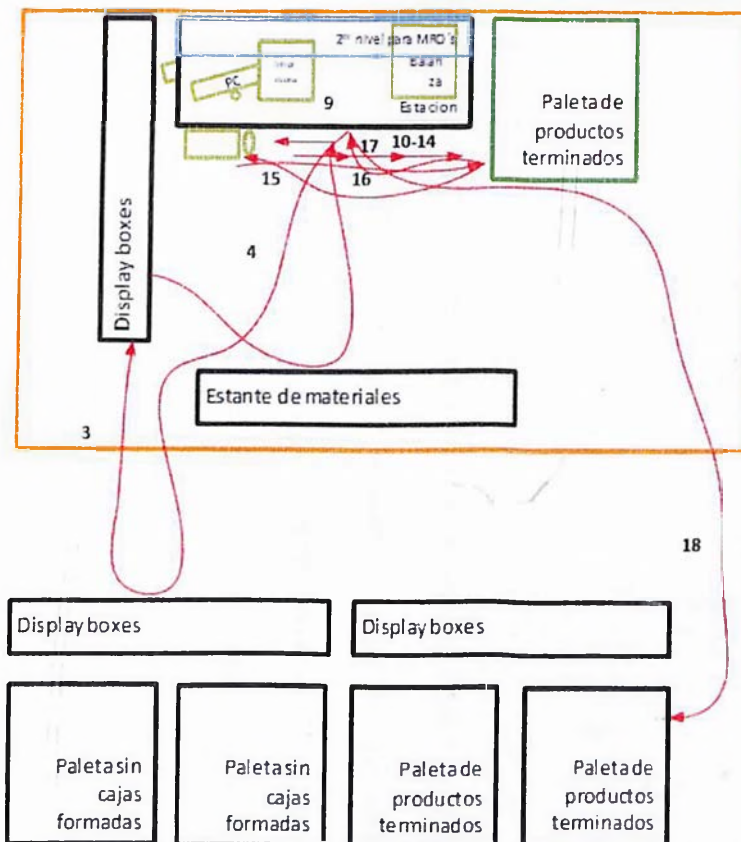
Figura 26: Gráfica de proceso productivo propuesto

"Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos"

7.4.4 Diagrama de espaguete

Se estima que los pasos serán reducidos de 140 a 52 pasos para completar el proceso con la nueva distribución de la estación. Para determinar esta estimación, se colocaron elementos de simulación según la nueva distribución, se realizaron las operaciones según la gráfica de flujo de proceso propuesta y se contaron los pasos.

Solo 10 operaciones requieren transporte dentro de la estación de trabajo a diferencia del diagrama anterior, que reflejaba que 13 de las operaciones requerían movimiento.



| Número de etapa del proceso | # de pasos necesarios |
|-----------------------------|-----------------------|
| 3 | 10 |
| 4 | 7 |
| 9 | 1 |
| 10 | 1 |
| 12 | 2 |
| 14 | 2 |
| 15 | 5 |
| 16 | 5 |
| 17 | 3 |
| 18 | 16 |
| Total | 52 |

| Leyenda | |
|---------|--|
| | Flujo de material, personal, equipos e información |
| | Mesa de estación |
| | Materiales |
| | Paleta antes de mover |
| | Equipos |
| | Balanza detrás de una pared |
| | Paleta despues de mover |
| | Materiales despues de mover |
| | Operaciones |

Figura 27: Diagrama de espaguete propuesto

7.4.5 Diagrama de flujo de proceso

Las operaciones serán reducidas de 21 a 18, los transportes de 4 a 2, las inspecciones de 4 a 3 y las demoras de 1 a 0 en un tiempo estimado de 1084.93 segundos (18.08 minutos), recorriendo 16.44 metros. Esto significa que será reducido en términos de tiempo un 61% de la duración del proceso (1697.54 segundos) y en términos de distancia un 38.52% (26.24 metros).

Tabla 29: Diagrama de flujo de proceso mejorado

| Ubicación: Área de Loap Prep | | | | | | Resumen | | | | | |
|--|-----------|--|------------|-----------|----------------|--|----------------------------------|--------------|------------------|---------------|---|
| Actividad : Proceso de preparación de carga | | | | | | Evento | Presente | Propuesto | Ahorros | | |
| Fecha: 1/7/2018 | | | | | | Operación | 21 | 18 | 3 | | |
| Operador: B | | Analista: Gilsy Cleto y Yudelis Gonzalez | | | | Transporte | 4 | 2 | 2 | | |
| Metodo: | | Presente | | Propuesto | | Inspección | 4 | 3 | 1 | | |
| Tipo: | | Trabajador | | Material | | Máquina | | Demora | 1 | 0 | 1 |
| Comentario: El operario no utiliza ningún EPP y trabaja de pie. El área esta ubicada en el medio de Almacén. | | | | | | Almacenamiento | 0 | 0 | 0 | | |
| | | | | | | Tiempo (seg) | 2782.47 | 1084.93 | 1697.54 | | |
| | | | | | | Distancia (mtrs) | 42.68 | 16.44 | 26.24 | | |
| Etapa | Operación | Transporte | Inspección | Demora | Almacenamiento | Descripción del evento | Método | Tiempo (seg) | Distancia (mtrs) | Observaciones | |
| 1 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Realizar limpieza de línea | Manual | 45.20 | - | | |
| 2 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Acceder al sistema | SAP | 32.89 | - | | |
| 3 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Verificar el estado de la orden | SAP | 27.31 | - | | |
| 4 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Transportar orden de producción a la estación de trabajo | Racks | 13.85 | 3.05 | | |
| 5 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Tomar y armar la caja | Manual | 16.86 | 2.13 | | |
| 6 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Pegar las solapas | Cinta adhesiva | 21.30 | - | | |
| 7 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Colocar la tapa inferior | Manual | 14.16 | - | | |
| 8 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Tomar divisores y armar | Manual | 48.02 | - | | |
| 9 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Abrir fundas | Tijeras | 28.11 | - | | |
| 10 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Escanear producto | Lector de Código de barra | 356.89 | 0.61 | | |
| 11 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Colocar producto dentro de la caja | Manual | 180.86 | - | | |
| 12 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Colocar tapa superior | Manual | 13.07 | - | | |
| 13 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Imprimir HU | Impresora | 6.00 | 0.30 | | |
| 14 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Colocar etiquetas | Manual | 11.11 | 0.30 | | |
| 15 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Cerrar la caja | Manual | 32.82 | - | | |
| 16 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Colocar la caja en la balanza | Manual | 4.05 | 0.61 | | |
| 17 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Pesar y llenar forma de identificación de caja | Balanza | 50.44 | - | | |
| 18 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Colocar caja en la paleta | Manual | 24.40 | 0.61 | | |
| 19 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Crear, escanear e imprimir HU de la paleta | Lector de código de barra SAP | 19.04 | 1.52 | | |
| 20 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Pegar HU | Manual | 16.57 | 1.52 | | |
| 21 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Llenar forma de identificación de paleta | Manual | 25.95 | 0.91 | | |
| 22 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Inspeccionar la paleta | Manual | 38.35 | - | | |
| 23 | ● | ➔ | ■ | ■ | ▼ | Transportar paleta a Embarque | Transpaleta | 57.67 | 4.88 | | |

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

7.4.6 Bienestar social

En una organización todos los recursos que la componen son importantes, pero el más importante de todos son las personas. Es compromiso de la empresa hacer que las condiciones de trabajo del empleado sean óptimas para su salud y seguridad laboral.

Por otra parte, las personas siempre buscan lugares de trabajo donde se sientan que las toman en cuenta.

Al implementar esta propuesta se estarían mejorando los siguientes puntos:

- El empleado no sufriría de dolores musculares al estar realizando movimientos muy extensos ni bruscos para completar su tarea.
- La estación estaría bajo estándares ergonómicos más actualizados.
- Se disminuiría la fatiga y el cansancio.
- Se reduciría el estrés laboral porque las tareas durarían menos.
- El nivel de ausentismo se reduciría.
- La seguridad laboral sería reforzada porque no tendrían que maniobrar tantas maquinarias.
- Pero la más importante, al reducir el tiempo de ciclo se estarían salvando más vidas por minuto porque se estarían enviando más productos.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

7.4.7 Bienestar medioambiental

El green Thinking ya no representa una decisión para las organizaciones, sino más bien un compromiso. Mientras van pasando los años y va creciendo la contaminación mundial, las personas van tomando más conciencia.

Se ha vuelto común que, para hacer negocios en el mercado, algunas empresas requieran certificaciones o pruebas de que las operaciones de la otra están siendo realizadas bajo pensamiento verde.

Este proyecto fue realizado bajo el compromiso de pensar en verde y de aportar a esta causa.

Algunas de las mejoras serán:

- El tiempo de ciclo se redujo, por consiguiente, la computadora y los equipos estarán encendidos por menos tiempo, esto significa menos consumo eléctrico.
- Al reducir a 0 la cantidad de horas extras, los vehículos en los que era transportado el empleado ya no tendrán que llevarlo y esto se traduce a menos emisión de dióxido de carbono.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

CAPITULO VIII EVALUACION ECONOMICA

8.1 Estudio económico

Para evaluar la propuesta en términos monetarios se realizó un análisis costo/beneficio. Este análisis se expresa en pesos dominicanos.

Para el estudio se tomaron en consideración los siguientes escenarios:

Costos fijos: estos costos se mantienen estables, ya que antes o después de la propuesta, estos no varían en su efecto. Se mantiene el costo del consumo eléctrico porque las áreas se mantienen encendidas independientemente que haya labor o no.

Costos variables: en este caso, el único costo afectado por la propuesta es el costo de mano de obra, ya que el operario debe realizar horas extras para completar la producción requerida.

Costo de mano en condiciones normales

A continuación, se presenta una tabla con los costos en los cuales incurre la empresa relacionado al área de preparación de carga:

Tabla 30: Costo de mano de obra actual

| Costo de mano de obra actual en Load Prep | |
|---|--------------|
| Horas laborables | 9 |
| Días laborables al mes | 21.67 |
| Pago / hora | \$ 79.00 |
| Almuerzo / día | \$ 123.00 |
| Transporte / día | \$ 250.00 |
| Sueldo fijo | \$ 15,405.00 |

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

Costo de mano de obra actual

Actualmente en el área se deben empacar 24 cajas corrugadas diarias para cumplir la demanda a tiempo, pero solo se empacan 11 cajas al día. En su defecto, provoca que el operario deba realizar horas extras para cumplir con el objetivo.

Usualmente las cajas restantes se realizan los fines de semana, por lo que la empresa debe incurrir en estos costos adicionales.

Tabla 31: Costo de mano de obra por horas extras

| Horas extras | |
|---|---------------------|
| Horas extras fines de semana | 18 |
| Costo de mano de obra por horas extras | |
| Pago horas extras al 135% | \$ 639.90 |
| Pago horas extras al 200% | \$ 1,896.00 |
| Almuerzo / fin de semana | \$ 246.00 |
| Transporte / fin de semana | \$ 500.00 |
| Costo total de mano de obra | \$ 3,281.90 |
| Costo total de mano de obra al mes | \$ 13,127.60 |

Todos los días de la semana quedaban aproximadamente 13 cajas por completar, por lo que al final de la semana tenían un total de 65 cajas pendientes. De estos, solo completaban 22. A pesar de los esfuerzos aplicados para completar la producción los fines de semana no eran suficientes.

Al final del mes, quedaban pendiente 172 cajas corrugadas de un total de 480 cajas. Cabe destacar que, al suceder esta situación, los costos de almacenamientos suben ya que se deben almacenar hasta que estas puedan ser empacadas.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

Costo de la implementación de la propuesta

La inversión necesaria para implementar la propuesta consta de la compra e instalación de los equipos, herramientas y materiales.

En la siguiente tabla, se presentan los costos de inversión para implementar los cambios descritos en esta investigación.

Tabla 32: Costo de compras

| Cantidad | Descripción | Precio unitario (\$) | Total (\$) |
|--------------|--------------------------------|----------------------|---------------------|
| 1 | Escáner | \$22,500.00 | \$22,500.00 |
| 1 | Estación de trabajo ergonómica | \$76,850.00 | \$76,850.00 |
| 1 | Soporte de teclado | \$18,450.00 | \$18,450.00 |
| 1 | Tope de mesa | \$5,750.00 | \$5,750.00 |
| 1 | Brazo de monitor | \$21,400.00 | \$21,400.00 |
| 1 | Soporte de CPU | \$14,800.00 | \$14,800.00 |
| 1 | Dispensador de cinta adhesiva | \$361.00 | \$361.00 |
| 1 | Estante | \$8,900.00 | \$8,900.00 |
| 6 | Alfombra ergonómica | \$3,550.00 | \$21,300.00 |
| 4 | Bines | \$305.00 | \$1,220.00 |
| Total | | | \$191,531.00 |

Es necesario contratar servicios externos para la instalación de la mesa y se asignará a un personal del departamento de Tecnología y Facilidades para la instalación de los demás accesorios. Además, se programarán entrenamientos en el nuevo método de empaque luego de la instalación. Esto generará un costo de RD\$ 12,531.60 pesos (ver tabla 32).

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

Tabla 32: Costo de mano de obra

| Costo de mano de obra | Total (\$) |
|----------------------------|--------------------|
| Instalación de mesa | \$3,000.00 |
| Personal de tecnología | \$1,800.00 |
| Personal de facilidades | \$850.00 |
| Supervisor (entrenamiento) | \$5,491.20 |
| Operador (entrenamiento) | \$1,390.40 |
| Total | \$12,531.60 |

Análisis económico

El flujo de efectivo del proyecto fue realizado para determinar en términos monetarios si es factible la implementación de esta propuesta.

En primer lugar, se dividió la inversión en dos periodos, en el 1er periodo se realiza la compra de los materiales y en el 4to periodo se realiza la instalación de los elementos de la propuesta. Luego se reflejan los ahorros estimados basados en los costos de mano de obras al trabajar horas extras y se realiza el flujo de efectivo neto que es la resta de los ingresos y los egresos.

Para calcular el valor presente neto (VPN) se realizó la suma del flujo de efectivo entre 1 más la tasa de interés elevados al periodo de tiempo evaluado menos la inversión inicial. Se consideró una tasa anual de 11.4% emitida por el Banco Central Dominicano de proyectos de inversión.

$$VPN = -I + \sum \left[\frac{FNE_n}{(1+i)^n} \right]$$

"Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos"

En donde:

VPN=Valor presente neto

I=Inversión

i=Tasa de interés

FNE=Flujo neto de efectivo

n=Periodo

Tabla 33: Flujo de efectivo del proyecto

| Año | Egresos | Ingresos o Ahorros | Flujo Efectivo Neto |
|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 0 | \$ 191,531.00 | \$ - | \$ (191,531.00) |
| 1 | \$ 12,531.60 | \$ 118,148.40 | \$ 105,616.80 |
| 2 | \$ - | \$ 157,531.20 | \$ 157,531.20 |
| 3 | \$ - | \$ 157,531.20 | \$ 157,531.20 |
| 4 | \$ - | \$ 157,531.20 | \$ 157,531.20 |
| 5 | \$ - | \$ 157,531.20 | \$ 157,531.20 |
| Total | \$ 204,062.60 | \$ 748,273.20 | \$ 544,210.60 |

| | |
|------------|---------------|
| Tasa anual | 11.40% |
| VPN | \$ 338,275.05 |
| TIR | 65% |
| PRI | 1.3 |

Como resultado se puede visualizar en la tabla 33 que la inversión será recuperada en el segundo año y con un beneficio de RD\$ 338,275.05 a 5 años luego de la inversión.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos”

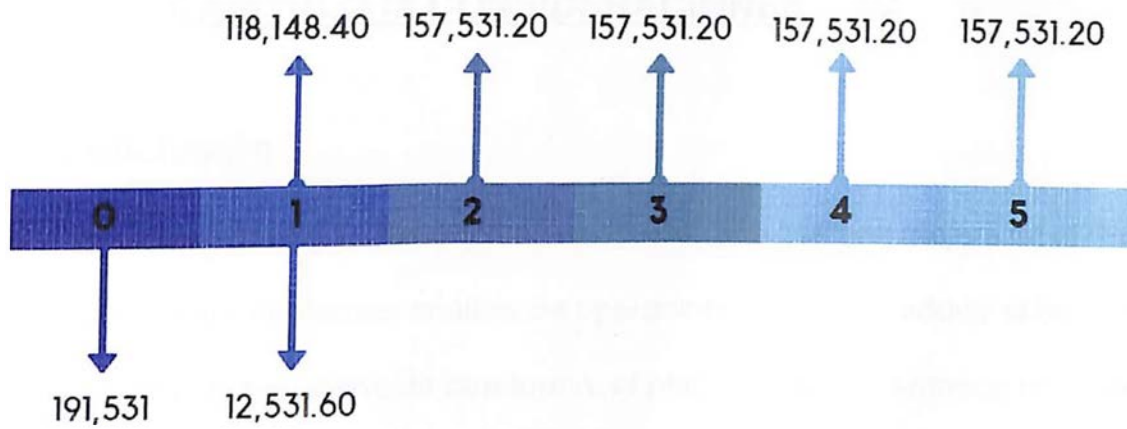


Figura 28: Línea de tiempo de la propuesta

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

CAPITULO IX CONSIDERACIONES FINALES

9.1 Conclusión

Al finalizar la investigación ha quedado demostrado que una mejora en el diseño de instalación y un minucioso análisis de operaciones podrían reducir el tiempo de ciclo de 46.37 minutos, dicho de otra forma, el plazo en que se empaca una unidad en el área de preparación de carga, hasta llevarlo casi al mismo o menor nivel de su tiempo takt, es decir, 18.17 minutos.

Analizar el problema y los factores que inciden en él, es la mejor forma para llegar a un profundo entendimiento acerca de este. Este método proporciona una esquematización mental y el desglose de las variables involucradas. De esta manera el problema se pudo delimitar en tiempo, espacio y movimiento, todos estos relacionados con el flujo de materiales natural de este proceso.

Se procedió observando el proceso y se realizó un diagrama de flujo de proceso donde se detalló cada operación y las oportunidades del área. Se realizó un grupo focalizado y mediante una lluvia de ideas se obtuvieron las posibles causas del problema. Para poder analizarlas se utilizó el diagrama de espina de pescado planteando esas causas y categorizándolas. Para evaluar la incidencia de cada una de estas causas se graficaron en un diagrama de Pareto y se seleccionaron como causas vitales las que tenían un mayor acumulado.

"Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos"

Determinar la capacidad actual del área fue el punto más importante a tratar. Con esta data se comprobó de que si existía un problema y que magnitud tenía. Esto se midió con un estudio de trabajo, con el fin de obtener data de tiempos y movimientos reales y de poder presenciar el proceso. La data obtenida de tiempo fue un 46.37 minutos y de movimientos fue 140 pasos. Fue significativo realizar el estudio en varios días de trabajo, ya que se comprobó lo que se sabía de un proceso; que es dinámico.

Estos datos permitieron describir la situación actual del área y saber de manera cuantitativa cuánto y cuáles esfuerzos aplicar para cumplir el objetivo. Luego de esto se determinaron los indicadores de rendimiento con una productividad de 11 cajas por hora frente a una ideal de 24 cajas, una eficiencia de 50% y un índice de utilización de 44%.

Al terminar la descripción del problema se seleccionaron sus causas vitales y se buscó analizar cada una por separado con herramientas analíticas, estas fueron las primeras 7. Estas arrojaron los puntos a mejorar de cada situación y como esta se relaciona con cada una de las operaciones. Lo que se buscaba era investigar más a fondo en que momento y espacio se daba la ocurrencia, con el fin de levantar acciones que las mitiguen.

Luego de los hallazgos, las soluciones a proponer fueron evaluadas por medio de simulaciones donde se recrearon los cambios efectuados en el proceso luego del análisis. Los datos arrojados en la simulación fueron la base de decisión para

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos”

proponer las mejoras. Esta arrojó un tiempo de ciclo de 18.08 minutos y un total de 52 pasos. Esto causó un efecto directamente proporcional a las métricas aumentando la productividad a 27 cajas por día.

A partir de estos se desarrollaron algunas de las herramientas que se utilizaron anteriormente para así mostrar el antes y después del área. En estas se pudo apreciar la gran reducción en la cantidad de operaciones, el área pasó de 21 operaciones hasta necesitar solo unas 18 para completar una caja corrugada.

La parte más importante a nivel práctico es que las soluciones que se propongan para eliminar un problema, sean de mejoramiento no solo en los procesos, sino que estos se reflejen exponencialmente en ingresos monetarios, más bien traducido en rentabilidad. Para poder expresar la rentabilidad de este proyecto fueron determinadas algunas métricas que la sustentan.

Se presentaron las pérdidas monetarias que estaba generando el problema en cuestión, con un total de 13,127.6 pesos dominicanos que eran invertidos en horas extras por no completar las 24 cajas corrugadas diariamente. Luego de esto se determinó el costo de la implementación resultando un total de 204,062.60 pesos. Posteriormente se realizó un flujo de efectivo que mostraba el estado financiero del proyecto luego de invertir. Al final se determinó el valor monetario a 5 años creado por la implementación de este proyecto con un valor de 338,275.05 pesos de recuperación, se calculó la ganancia anual a través de la tasa interna de retorno dando un 65%, siendo esta mayor que la tasa de rendimiento del Banco

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

seleccionada y por último se determinó en cuanto tiempo se recuperaría la inversión inicial con un resultado de 1.3 años.

De esta forma se cumplió con todos los objetivos específicos de este trabajo de investigación.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

9.2 Recomendaciones

Se recomienda implementar esta propuesta para poder reducir los desperdicios del área de preparación de carga y en su defecto disminuir el tiempo de ciclo.

En el proceso de estudio se identificaron algunas oportunidades de mejora y se recomienda lo siguiente:

- Mantener al personal en constante entrenamiento sobre sus funciones, con el objetivo de que las operaciones se realicen de la forma correcta y se empaque un producto que cumpla con los requerimientos críticos del cliente.
- Realizar un balanceo de línea si aún el tiempo de entrega de las cajas es elevado para evaluar si es necesario agregar un operador.
- Implementar un sistema Kanban para una mejor visibilidad y un rápido acceso a los materiales.
- Crear o gestionar fixtures con sistema Poka Yoke en el ensamblado de divisores para así reducir el tiempo que se tarda por la dificultad de la operación.
- Instalar apoyos o fixtures que le permitan sostener las piezas que se están ensamblando y así evitar que la mano izquierda tenga ese alto tiempo no efectivo como se puede visualizar en el diagrama bimanual.
- Instalar un sistema de empaque automatizado con un conveyor que conecte el área de preparación de carga con Embarque.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga en una industria de dispositivos médicos”

CAPITULO X REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA

10.1 Bibliografía

ASQ. (s.f.). Obtenido de The global voice of quality.

Benbow, T. M. (2009). ASQ. Obtenido de The global voice of quality:
<http://asq.org/learn-about-quality/six-sigma/overview/overview.html>

Blogística. (s.f.). Obtenido de <http://blogistica.es/glosario//lead-time/>

Lean Manufacturing 10. (10 de junio de 2018). Obtenido de
<https://leanmanufacturing10.com/vsm-value-stream-mapping>

Rajadell, M., & Sanchez, J. L. (2010). *Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Diaz de Santos.

Turbide, D. (2012). A Time-Tested Technique. *APICS Magazine*.

Calidad total. (23 de Septiembre de 2016). Obtenido de
<http://ctcalidad.blogspot.com/2016/09/takt-time-lead-time-y-cycle-time-que.html>

Chase , R., Jacobs, F., & Aquilano, N. (2009). *Administracion de operaciones. Produccion y cadena de suministro*. Mexico: McGraw-Hill Editores.

Gestión de Procesos. (s.f.). Obtenido de Aiteco: <https://www.aiteco.com/diagrama-de-flujo/>

Hernandez Matias , J., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación* . Madrid.

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos”

Mejoramiento continuo. (23 de Mayo de 2016). Obtenido de Mentory:

<https://mentory.online/2016/05/diagrama-de-espagueti.html>

Meyers, F., & Stephens , M. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales.* Mexico: Pearson Educacion .

Navas, D. H. (Mayo de 2018). Obtenido de Fundacion Femeba:

<http://www.fundacionfemeba.org.ar/cursos/office>

Penagos, J. C. (02 de Octubre de 2009). *Lluvia de ideas.* Obtenido de Penagos.net:

<http://penagos.net/lluvia-de-ideas/>

Solo mantenimiento. (13 de agosto de 2010). Obtenido de

<http://solomantenimiento.blogspot.com/2010/08/mro-que-significa-mro.html>

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos”

10.2 Tablas de referencias

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Caja plegadiza por caja | 34 |
| Tabla 2: Demanda de cajas plegadizas | 35 |
| Tabla 3: Materiales para ensamblar una caja corrugada | 37 |
| Tabla 4: Equipos y herramientas | 39 |
| Tabla 5: SIPOC | 42 |
| Tabla 6: Tiempo takt | 48 |
| Tabla 7: Tiempo de ciclo | 50 |
| Tabla 8: Objetivo | 51 |
| Tabla 9: Diagrama de flujo de proceso | 57 |
| Tabla 10: Frecuencia de las causas potenciales | 61 |
| Tabla 11: Tamaño de los equipos | 63 |
| Tabla 12: Evaluación de desempeño | 67 |
| Tabla 13: Análisis de escáner..... | 69 |
| Tabla 14: Especificaciones del escáner Symbol Technologies in..... | 69 |
| Tabla 15: Diagrama bimanual..... | 73 |
| Tabla 16: Impacto de las causas potenciales | 76 |
| Tabla 17: Tamaño de la estación de trabajo..... | 79 |

"Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos"

| | |
|---|-----|
| Tabla 18: Especificaciones del escáner Motorola..... | 81 |
| Tabla 19: Objetos del área..... | 83 |
| Tabla 20: Objetos con lugar designado..... | 84 |
| Tabla 21: Objetos sin lugar designado móviles | 84 |
| Tabla 22: Materia prima | 84 |
| Tabla 23: Acciones propuestas por causas | 89 |
| Tabla 24: Diagrama de flujo de proceso con las modificaciones | 91 |
| Tabla 25: Reducción de tiempo basado en la distancia | 92 |
| Tabla 26: Estimación de tiempo según la distancia recorrid | 93 |
| Tabla 27: Estimación de tiempo según la propuesta | 94 |
| Tabla 28: Métrica actual vs propuesta..... | 96 |
| Tabla 29: Diagrama de flujo de proceso mejorado | 100 |
| Tabla 30: Costo de mano de obra actual | 103 |
| Tabla 31: Costo de mano de obra por horas extras | 104 |
| Tabla 32: Costo de compras..... | 105 |
| Tabla 32: Costo de mano de obra | 106 |
| Tabla 33: Flujo de efectivo del proyecto..... | 107 |

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos”

10.3 Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1: Gráfico de la demanda | 35 |
| Figura 2: Divisores | 37 |
| Figura 4: Caja corrugada con productos | 37 |
| Figura 5: Layout del área | 38 |
| Figura 6: Estación de trabajo actual | 38 |
| Figura 7: Gráfica del proceso productivo | 47 |
| Figura 8: Tiempo de ciclo vs tiempo takt..... | 50 |
| Figura 9: Diagrama de espaguetti | 54 |
| Figura 10: Diagrama de causa y efecto | 59 |
| Figura 11: Diagrama de Pareto | 62 |
| Figura 12: Área que ocupan los equipos..... | 63 |
| Figura 13: Estación de trabajo ergonómica | 79 |
| Figura 14: Base de Monitor..... | 80 |
| Figura 16: Base de CPU | 80 |
| Figura 17: Dispensador de cinta adhesiva | 82 |
| Figura 18: Alfombra ergonómica | 82 |
| Figura 19: Distribución de equipos propuesta..... | 85 |

“Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos”

| | |
|---|-----|
| Figura 20: Distribución del área propuesta | 86 |
| Figura 21: Bin | 87 |
| Figura 23: Estante para los materiales..... | 88 |
| Figura 24: Distribución propuesta..... | 96 |
| Figura 25: Distribución de la mesa propuesta..... | 97 |
| Figura 26: Gráfica de proceso productivo propuesto..... | 98 |
| Figura 27: Diagrama de espagueti propuesto..... | 99 |
| Figura 28: Línea de tiempo de la propuesta | 108 |

10.4 Anexos

| | |
|--|-----|
| Anexo 1: Guía para el número de ciclos que se observaran en un estudio de tiempo | 121 |
| Anexo 2: AMEF de Empaque | 122 |
| Anexo 3: Dibujo de la caja corrugada..... | 124 |
| Anexo 4: Instrucción de trabajo de preparación de carga | 125 |
| Anexo 6: Estudio ergonómico | 135 |
| Anexo 7: Limpieza de línea..... | 136 |
| Anexo 8: Therbligs de los Gilbreth | 137 |

"Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo del proceso de preparación de carga
en una industria de dispositivos médicos"


ANEXOS

Anexo 1: Guía para el número de ciclos que se observarán en un estudio de tiempo

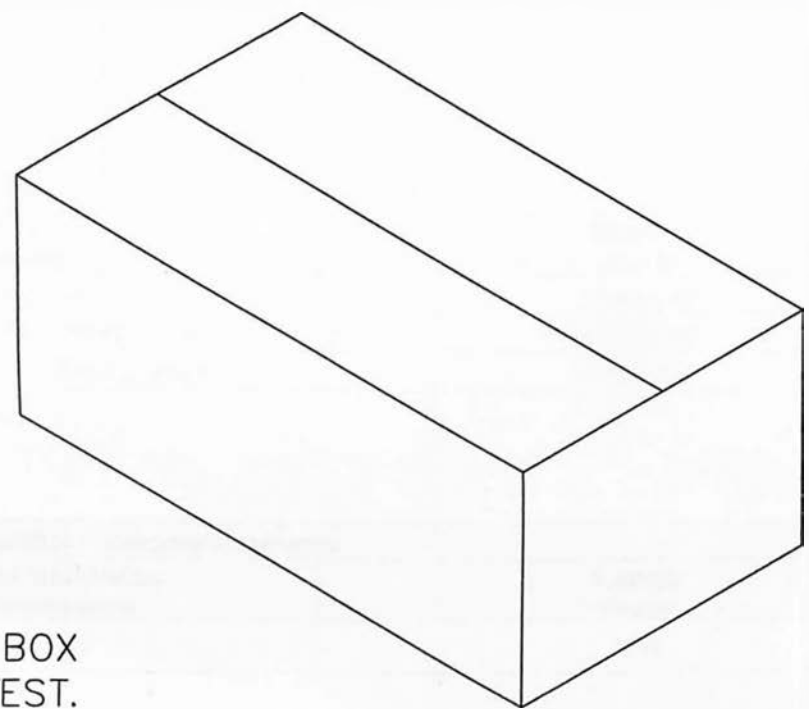
Guía para el número de ciclos que se observarán en un estudio de tiempos

| CUANDO EL TIEMPO POR CICLO ES SUPERIOR A | NÚMERO MÍNIMO DE CICLOS DEL ESTUDIO (ACTIVIDAD) | | |
|--|---|----------------|----------------|
| | MÁS DE 10 000 POR AÑO | 1 000 - 10 000 | MENOS DE 1 000 |
| 8 horas | 2 | 1 | 1 |
| 3 | 3 | 2 | 1 |
| 2 | 4 | 2 | 1 |
| 1 | 5 | 3 | 2 |
| 48 minutos | 6 | 3 | 2 |
| 30 | 8 | 4 | 3 |
| 20 | 10 | 5 | 4 |
| 12 | 12 | 6 | 5 |
| 8 | 15 | 8 | 6 |
| 5 | 20 | 10 | 8 |
| 3 | 25 | 12 | 10 |
| 2 | 30 | 15 | 12 |
| 1 | 40 | 20 | 15 |
| 0.7 | 50 | 25 | 20 |
| 0.5 | 60 | 30 | 25 |
| 0.3 | 80 | 40 | 30 |
| 0.2 | 100 | 50 | 40 |
| 0.1 | 120 | 60 | 50 |
| Menos de 0.1 | 140 | 80 | 60 |

Fuente: B.W. Niebel, *Motion and Time Study*, 9a. ed. (Burr Ridge, IL: Richard D. Irwin, 1991), p. 390. The McGraw-Hill Companies, Inc. Usado con autorización.

| Flowchart | Step No. | Function of step in process | Step | Characteristic Type (P/S) | CTQ | Characteristic No. | Characteristic | |
|--|---|--|---|---------------------------|-----|---|--------------------------------------|-----------------------------------|
| | | | | | | | Process | Product |
|  | TRAN-003 | Transport products to Shipper Packaging | Transportation of display boxes to load prep area | | | | | |
| | OP1-018 | Set a location for display box inside the shippers and protect the box with the corrugated pad | Place Corrugated pad and divider in shipper box (if applicable) | P | | 381 | Placement of Corrugated pad | |
| | | | | S | | 380 | | Corrugated pad dividers condition |
| | | | | P | | 363 | Placement of dividers in shipper box | |
| | | | | S | | 364 | | Dividers condition |
| | | | | S | | 365 | | Dividers dimension |
| | | | | S | | 366 | | Shipper box dimension |
| | | | | S | | 367 | | Shipper box condition |
| | | | | P | | 368 | Dividers type | |
| | OP1-019 | Scan display label to print shipper label | Label scanning process | P | | 379 | SAP transaction | |
| P | | | | | 375 | Label scanning process | | |
| S | | | | | 376 | | Label condition | |
| S | | | | | 377 | | Scanner condition | |
| OP1-020 | Insert display boxes in shipper box | Insert display boxes in shipper box | P | | 207 | Placement of Display Box in Shipping Carton | | |
| | | | S | | 369 | | Shipper box dimension | |
| | | | S | | 370 | | Shipper box condition | |
| | | | S | | 371 | | Corrugated pad dividers condition | |
| | | | S | | 372 | | Corrugated pad dividers Dimension | |
| | | | S | | 373 | | Display Box dimensions | |
| | | | S | | 374 | | Display Box conditions | |
| | | | P | | 208 | Quantity of display box in shipping carton | | |
| OP1-021 | Complete shipper boxes to avoid product damaged | Place empty display boxes to complete shipper box (if applicable) | P | | 382 | Placement of empty display boxes in shipper box | | |
| | | | S | | 383 | | Display box condition | |
| | | | S | | 384 | | Display Box dimensions | |
| | | | S | | 385 | | Shipper box condition | |
| | | | S | | 386 | | Shipper box dimensions | |
| | | | P | | 387 | Display Box type | | |
| | | | P | | 388 | Placement of label in empty display box | | |
| | | | S | | 389 | | Label condition | |
| | | | S | | 390 | | Label dimension | |
| | | | P | | 391 | Label information | | |
| OP1-022 | Place label in shipper box | Place handling unit label in shipper box | P | | 202 | Placement of label in Shipping carton | | |
| | | | S | | 203 | | Shipper box dimensions | |
| | | | S | | 204 | | Shipper box condition | |
| | | | S | | 205 | | Label condition | |
| | | | S | | 378 | | Label dimension | |
| | | | P | | 206 | Information on label shipper | | |
| OP1-023 | Identify shipper quantities | Place label in shipper box with the sequential number | P | | 398 | Placement of shipper box number label | | |
| | | | S | | 400 | Label information | | |
| OP1-024 | Identify biological indicators in applicables | Place "BI" label in shipper box | P | | 392 | Placement of BI label in shipper box | | |
| | | | S | | 393 | | Label condition | |
| | | | S | | 394 | | Label dimension | |
| | | | S | | 395 | | Shipper box condition | |
| | | | S | | 396 | | Shipper box dimensions | |
| | | | P | | 397 | Label information | | |
| OP1-025 | Identify endotoxing samples | Endotoxin samples identification by QC | P | | 403 | Placement of samples in shipper box | | |
| | | | P | | 404 | Samples quantity | | |
| | | | P | | 399 | Placement of samples identification | | |
| | | | P | | 400 | Label information | | |
| | | | S | | 401 | Samples identification | | |
| | | | S | | 402 | Destination identification | | |

| Chart | Step No. | Function of step in process | Step | Characteristic Type (P/S) | CTQ | Characteristic No. | Characteristic | |
|-------|----------|---|--|---------------------------|-----|--------------------|--|---|
| | | | | | | | Process | Product |
| □ | INS-011 | Performe a packaging visual inspection to display bpx and shipper | QA Packaging Visual Inspection (Shipper) | S | ⊖ | 221 | Characteristics QA Packaging Visual Inspection(Shipper /Display Box) | |
| | | | | S | ⊖ | 222 | Packaged product integrity | |
| | | | | S | ⊖ | 223 | Packaging components type | |
| | | | | S | ⊖ | 224 | Lot number | |
| | | | | S | ⊖ | 225 | Expiration date | |
| | | | | P | | 220 | Product disposition | |
| ○ | OP1-026 | Place shipping carton on pallets | Place Shipping Carton on Pallets | P | ⊖ | 226 | Placement of shipper carton on pallets | |
| | | | | S | | 229 | | Dimensions Shipping Carton |
| | | | | S | | 405 | | Shipper box condition |
| | | | | P | ⊖ | 227 | Quantity shipping carton on pallets | |
| | | | | P | ⊖ | 228 | Pallets Configuration | |
| | | | | S | | 229 | | Dimensions Shipping Carton |
| ○ | OP1-027 | Identify pallet | Place master label in pallet | S | | 405 | | Shipper box condition |
| | | | | P | | 408 | Placement of master label in pallet | |
| | | | | S | | 409 | | Label dimension |
| | | | | S | | 410 | | Label condition |
| | | | | P | | 411 | Label information | |
| | | | | | | | Placement of pallets on weigh scale | |
| ○ | OP1-026 | Weigh all pallets | Shipper box and Pallet Weighing Process | P | | 412 | Placement of shipper box on weigh scale | |
| | | | | S | | 413 | Weigh scale condition | |
| | | | | S | | 414 | Weigh scale calibration | |
| | | | | S | | 415 | Shipper box weigh | |
| | | | | P | | 416 | Placement of pallets on weigh scale | |
| | | | | S | | 417 | Weigh scale condition | |
| | | | | S | | 418 | Weigh scale calibration | |
| | | | | S | | 419 | Pallets weigt | |
| | | | | | | | | |
| □ | INS-012 | Inspect visually the pallets by QA | Quality Visual Inspection of pallets | S | | 230 | | Manufacturing Visual Characterist (Pallets) |
| | | | | S | | 231 | | Pallets Configuration |
| | | | | S | | 232 | | Shipper box indentification |
| | | | | S | | 233 | | Boxes condition |
| | | | | S | | 234 | | Labels condition |
| | | | | S | | 406 | Labels information | |
| → | TRAN-004 | Transport pallets to shipping area | Transportation of pallets to Shipping Area (Refer to APQP APQP-170011) | P | ⊖ | 235 | Transfer form | |
| | | | | P | | 236 | Order confirmation | |



- 9. LOGO AND TEXT TO BE PRINTED IN BLACK INK.
- 8. REMOVED
- 7. CERTIFICATION: BOX TO BE PRINTED BY BMC (BOX MAKERS CERTIFICATE) ON BOTTOM OF BOX WITH DOUBLE WALL AND 200LB. BURSTING TEST.
- 6. APPEARANCE/CLEANLINESS: NO VISIBLE GROSS CONTAMINATIONS OR DAMAGE.
- 5. PACKAGING: BULK PACK SECURED TO A PALLET.
- 4. STYLE: RSC-REGULAR SLOTTED CARTON.
- 3. TEST: 200LB. DOUBLE WALL.
- 2. APPEARANCE/COLOR: NATURAL KRAFT COLOR
- 1. BOX DIMENSIONS ARE INSIDE DIMENSIONS.

| P/N | DIMENSIONS | | |
|-----|------------|-------|--------|
| | LENGTH | WIDTH | HEIGHT |
| -1 | 27.75 | 15.00 | 10.75 |

| ITEM | PART NO. | DESCRIPTION OR MATERIAL | | | |
|-----------------|----------|--------------------------|---|---------|-----|
| TITLE | | BOX, SHIPPING | | | |
| DWG | DATE | APVD | | | |
| - | 06/29/00 | - | - | 1/1 | A |
| CHK | DATE | PART NO.: | | SHEET | OF |
| - | - | | | 1 | 1 |
| TOLERANCES ARE: | | DIMENSIONS ARE IN INCHES | | DWG.NO. | REV |
| .X± - .XX± .25 | | .XXX± - ANG.± - | | | |

NOTES: UNLESS OTHERWISE SPECIFIED. USED ON

| | | | |
|--|-----|-----------------------------------|------------------------------------|
| <i>No. de Instrucción de Trabajo / Work Instruction Number: XXXXX</i> | | | Revision: Preliminary |
| Título / Title: Preparación de Carga (Load Prep) / <i>MNS LOADS PREPARED FOR STERILIZATION.</i> | | | |
| Fecha de Efectividad / Effective Date: | TBD | Departamento / Department: | Manufactura / Manufacturing |

| Equipos / Herramientas– Equipment/Tooling/Fixtures | | |
|--|--|---------------------------|
| Equipos / Herramientas Equipment/Tooling/Fixtures | Descripción Description | Familia Family |
| N/A | Balanza / <i>Scale</i> | Todas/ <i>All</i> |
| N/A | Guantes de Nitrilo / <i>Nitrile Gloves</i> | Todas/ <i>All</i> |
| N/A | Impresora Zebra / <i>Zebra printers</i> | Todas/ <i>All</i> |

| Parámetros Validados/ Validated Parameters | | |
|---|--|------------------------|
| Equipo/Máquina Equipment/Machine | Parámetros Validados Validated Parameters | Rango Range |
| N/A | N/A | N/A |

No. de Instrucción de Trabajo / Work Instruction Number: XXXXXX

Revision:
Preliminary




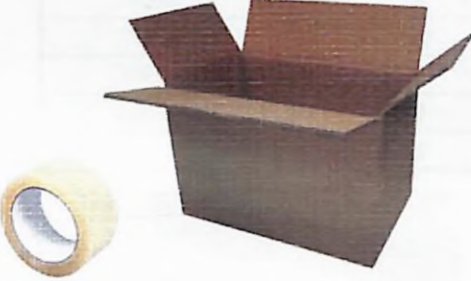
Título / Title: Preparación de Carga (Load Prep) / MNS LOADS PREPARED FOR STERILIZATION.

Fecha de Efectividad / Effective Date:

TBD

Departamento / Department:

Manufactura /
Manufacturing

| Paso / Step | Flujograma de Proceso / Process Flow Chart | Español | English | Ayuda Visual / Visual Aid |
|---|---|---|--|--|
| 1   | Instrucciones de seguridad / Safety instructions | Los guantes de nitrilo se deben utilizar al montar la carga para la esterilización. | <i>Nitrile gloves must be used when assembling the load for Sterilization.</i> |  |
| 2 | Ensamble de caja / Assemble of box | Armar la caja como muestra la imagen. Selle la parte inferior de la caja con cinta adhesiva. | <i>Assemble the box as image shown</i> <i>Seal the down of the box with tape.</i> |  |

No. de Instrucción de Trabajo / Work Instruction Number: XXXXX

Revision:
Preliminary

Título / Title: Preparación de Carga (Load Prep) / MNS LOADS PREPARED FOR STERILIZATION.

Fecha de Efectividad / Effective Date:

TBD

Departamento / Department:

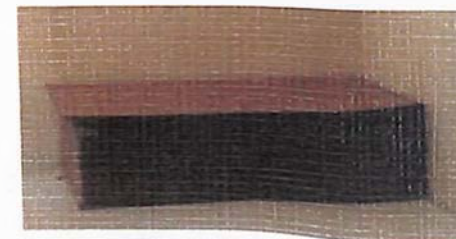
Manufactura /
Manufacturing

3

Colocación de almohadillas en las cajas / Placement of pads in the boxes.

Coloque el divisor corrugado en la parte inferior dentro de la caja para proteger lotes de productos.

Corrugated pad dividers must be placed to protect product lots.



4

Identificador de divisor / Identification of divider

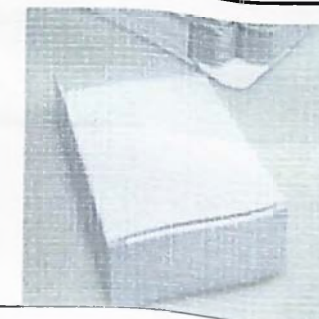
Identifique un divisor para preparar la caja como se indica en la tabla anexa.

** Si las cantidades de display box en las cajas es menor que la cantidad máxima por caja (shipper), llene el espacio con display box vacíos del mismo P / N. Etiquete los display box vacíos con etiquetas que tenga las palabras "Empty display Box" claramente escrito.

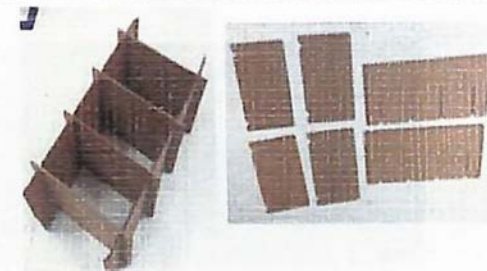

Identify a divider to prepare the box as indicated in the attached table.

*** If carton in the shipping quantities are less than the maximum quantity per shipper, fill space with empty cartons of the same P/N. Label Empty cartons with labels and have "Empty display box" clearly written.*

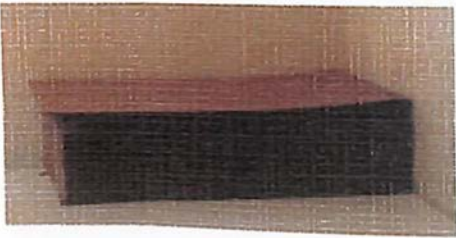

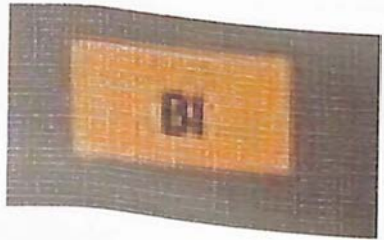
| P/N Display box | QTY según shipper |
|-----------------|-------------------|
| 10096-7 | 12 |
| 10096-11 | 21 |
| 10096-12 | 5 |
| 10096-13 | 9 |
| 10096-19 | 20 |
| 10096-23 | 14 |
| 10096-27 | 8 |
| 10096-28 | 5 |




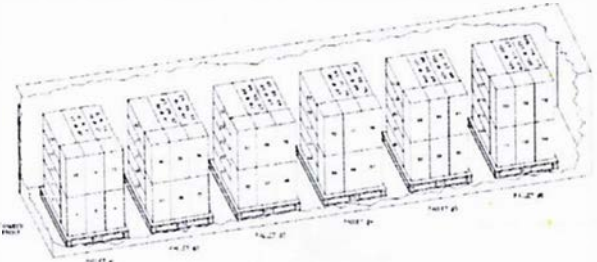

| | | | |
|--|-----|-----------------------------------|------------------------------------|
| No. de Instrucción de Trabajo / Work Instruction Number: XXXXX | | | Revision: Preliminary |
| Título / Title: Preparación de Carga (Load Prep) / <i>MNS LOADS PREPARED FOR STERILIZATION.</i> | | | |
| Fecha de Efectividad / Effective Date: | TBD | Departamento / Department: | Manufactura / Manufacturing |

| | | | | |
|---|---|---|--|--|
| 5 | Ensamble de divisores / Assembly of Partition | Ensamble el divisor como se muestran en la figura. | <i>For assembly of Partition see attached figure.</i> |  |
| 6 | Colocación de Display Box y Handling Unit / Placement display box and Handling unit. | <p>Escanee el código de barra del label del display box y luego colocar dentro de la caja. Repetir hasta cumplir con la cantidad de display box permitido para la caja.</p> <p>Nota 1: Nunca colocar manualmente el código.</p> <p>Nota 2: Colocar las cajas con la orientación como muestra la imagen en donde los labels están visibles (hacia arriba dentro de la caja).</p> <p>Cuando se realiza el proceso de escanear cada display box es para crear el label de Hadling unit, para realizar este proceso de la impresión de etiqueta de Handling Unit este favor seguir los lineamientos de la instrucción</p> | <p><i>Scan the barcode of the label of the display box and place it inside the box. Repeat until the amount of display box allowed for the box is met.</i></p> <p>Note 1: <i>Never place manually code.</i></p> <p>Note 2: <i>Place the boxes with the orientation as shown in the picture where the labels are visible (upwards inside the box).</i></p> <p><i>When the scanning process is performed each display box is to create the label of Hadling unit, to carry out this process of the label printing of handling unit, please follow the guidelines of instruction.</i></p> |  |

| | | | |
|--|-----|-----------------------------------|------------------------------------|
| No. de Instrucción de Trabajo / Work Instruction Number: XXXXX | | | Revision: Preliminary |
| Título / Title: Preparación de Carga (Load Prep) / <i>MNS LOADS PREPARED FOR STERILIZATION.</i> | | | |
| Fecha de Efectividad / Effective Date: | TBD | Departamento / Department: | Manufactura / Manufacturing |

| | | | | |
|----|--|--|---|---|
| 7 | Colocación de almohadillas en las cajas / Placement of pads in the boxes. | Luego de colocar todas los display box dentro de la caja, se debe poner divisores corrugados antes de cerrar la misma. | <i>After placing all the display boxes inside the box, you must put corrugated dividers before closing it.</i> |  |
| 8 | Pegar label de Handling unit / Paste the Handling unit label | Nota: Para la impresión del Handling Unit seguir el procedimiento Proceso de handling unit de Load prep Pegue el label de Handling unit en la caja como se muestra en la imagen. | Note: for the printing of the Handling Unit follow the procedure Handling process of Load prep. <i>Paste the Handling unit label into the box.</i> | |
| 9 | Colocar el label del número de caja / Place a label number | Coloque un label con el número correspondiente de la caja tal como especifica Configuración de Carga de Esterilización. | <i>Place a label to box indicating the box number as specified by Sterilization Load Configuration</i> |  |
| 10 | Colocación de Labels de BI a la caja / BI labels Placement in load | Tome el label de BI y péguelo en la caja. Nota: asegúrese de que el label sea de color naranja. Los labels de los BIs deben ser colocados en orden consecutivo en la paleta, iniciando con el | <i>Take the BI label and stick it on the box.</i> Note: Ensure of labels is orange. <i>All BI's labels are to be placed in consecutive pallet order, with BI's for pallet #1 being placed first, follow the guidelines of the Pallet Configuration form.</i> |  |

| | | | | |
|----|---|---|--|---|
| | | shipper #1 y siguiendo los lineamientos de la forma de configuración de paleta. | | |
| 11 | Colocación de Labels de BI a la caja / BI labels Placement in load | Las cajas que contendrán un BI estarán marcadas por una etiqueta de "BI" en el exterior según la configuración de la paleta, de tal manera que el equipo de Esterilización pueda visualizar la misma en la parte de fuera cuando las cajas son paletizadas. | <i>Boxes that will contain a BI will be marked by label of "BI" on the outside, in such a way that the Sterilization team can visualize it on the outside when the boxes are palletized.</i> | |
| 12 | Verificar todos los labels en la caja / Verify all labels in the box | Asegúrese de que se coloquen todos los labels en la caja y que estén visibles, tal como se muestra en la figura (Label handling unit, Número de Caja y Labels de "BI") Cierre la caja usando cinta selladora. | <i>Make sure that all the labels are placed in the box as shown in the figure (that the label handling unit, Box Number and labels of BI "are visible)</i> <i>Close the box using sealing tape.</i> |  |

| | | | | |
|-----------|--|---|---|--|
| <p>13</p> | <p>Configuración de paleta / Pallet Configuration</p> | <p>Si hay menos que el número máximo de cajas para cualquier paleta dada, tal como se especifica en el Cuadro de Configuración de Carga de Esterilización.</p> <p>Nota: el producto Strata no se puede mezclar con otros productos</p> | <p><i>If there are less than the maximum number of boxes for any given pallet as specified in the applicable Sterilization Load/Pallet Configuration Chart</i></p> <p>Note: the Strata product cannot be mixed with other products in the same pallet.</p> |  |
| <p>14</p> | <p>Peso máximo / Maximum weight</p> | <p>Pese las cajas en la balanza calibrada, el peso máximo de una caja debe no exceder de 25.5 LBS.</p> <p>NOTA: El peso total de la carga NO debe exceder los 388,5 LBS por paleta, (1165,5 LBS para una carga de 3 pallets o 2331 LBS para una carga de 6 paletas). El peso total de la carga se registrará en la hoja de cálculo de la configuración de la caja.</p> | <p><i>Weigh the boxes on the calibrated scale, the maximum weight of a box must not exceed 25.5 LBS.</i></p> <p>NOTE: The total weight of the load must NOT exceed 388.5 LBS per pallet, (1165.5 LBS for a load of 3 pallets or 2331 LBS for a load of 6 pallets). The total weight of the load will be recorded in the spreadsheet of the configuration of the box.</p> |  |

| | | | | |
|--|-----|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| No. de Instrucción de Trabajo / Work Instruction Number: XXXXX | | | | Revision: Preliminary |
| Título / Title: Preparación de Carga (Load Prep) / <i>MNS LOADS PREPARED FOR STERILIZATION.</i> | | | | |
| Fecha de Efectividad / Effective Date: | TBD | Departamento / Department: | Manufactura / Manufacturing | |

| | | | | |
|----|--|--|---|-----|
| 15 | Muestras de prueba / Test samples | Los productos empacados y las muestras de prueba que se procesan estériles se contabilizan físicamente y se empacan en cajas para el esterilizador contratado. | <i>Packaged products and test samples to be sterile processed are physically counted and packed into boxes for shipment to the Contracted Sterilizer.</i> | N/A |
| 16 | Discrepancias / Discrepancies | En caja de existir discrepancias; un informe de material no conforme debe ser generado y procesado. | <i>In the event that count discrepancies exist; a Nonconforming Material Report must be generated and processes.</i> | N/A |
| 17 | Identificación de paletas y cajas / Identification of pallets and boxes | Para identificar paletas y/o cajas según aplique, usar la forma "Identificación de paleta y caja" | <i>To identify pallets and / or boxes as applicable, use the form "Palette and box identification".</i> | N/A |
| 18 | Delivery / Entrega | Luego de preparar las cajas o paletas se envían las mismas al área de Shipping. | <i>After preparing the boxes or pallets, they are sent to the Shipping area.</i> | N/A |

Estudio de tiempo de preparación de carga

Estación de preparación de carga
Operario: Operador B

Fecha:
26/6/2018

Observadores: Yudelis Gonzalez & Gilsy Cleto.

| No. | Descripción | Ciclo (segundos) | | | | | | | | | | Tiempos (segundos) | | |
|-----|--|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------|---------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Promedio | Normal | Estándar |
| 1 | Acceder al sistema | 34.8 | 25.06 | 24.12 | 36.93 | 26.15 | 25.45 | 25.06 | 35.23 | 30.32 | 33.21 | 29.63 | 35.26 | 32.89 |
| 2 | Verificar la demanda | 68.27 | 56.6 | 65.3 | 105.43 | 94.12 | 63.45 | 103.52 | 72.23 | 93.16 | 89.2 | 81.13 | 96.54 | 90.05 |
| 3 | Transportar orden de producción a la estación de trabajo | 18.33 | 30.76 | 18.83 | 18.91 | 20.25 | 19.14 | 18.78 | 18.43 | 18.08 | 18.17 | 19.97 | 23.76 | 22.16 |
| 4 | Verificar si la orden fue liberada | 21.89 | 26.96 | 27.09 | 26.39 | 25.41 | 23.12 | 25.42 | 22.36 | 23.09 | 24.3 | 24.60 | 29.28 | 27.31 |
| 5 | Requerir MROs | 61.84 | 100.43 | 86.25 | 97.07 | 83.15 | 85.23 | 90.51 | 75.37 | 84.13 | 79.05 | 84.30 | 100.32 | 93.58 |
| 6 | Esperar entrega de materiales | 596.23 | 1211.1 | 715.12 | 778.34 | 903.2 | 720.2 | 601.2 | 1190.5 | 960.13 | 838.1 | 851.41 | 1013.18 | 945.07 |
| 7 | Tomar y armar la caja | 25.21 | 28.57 | 27.73 | 26.64 | 24.44 | 23.48 | 25.56 | 25.18 | 27.74 | 25.81 | 26.04 | 30.98 | 28.90 |
| 8 | Pegar las solapas | 54.94 | 31.35 | 33.37 | 36.63 | 45.54 | 35.56 | 38.26 | 37.45 | 34.25 | 36.38 | 38.37 | 45.66 | 42.59 |
| 9 | Colocar la tapa inferior | 11.12 | 8.85 | 10.03 | 23.27 | 14.2 | 12.25 | 13.21 | 13.4 | 11.02 | 10.24 | 12.76 | 15.18 | 14.16 |
| 10 | Tomar divisores y armar | 49.73 | 37.2 | 42.9 | 46.02 | 43.03 | 42.1 | 43.05 | 46.05 | 44.24 | 38.26 | 43.26 | 51.48 | 48.02 |
| 11 | Entrar los divisores en la caja | 8.7 | 12.06 | 18.62 | 10.64 | 9.35 | 10.23 | 12.4 | 9.15 | 10.81 | 10.56 | 11.25 | 13.39 | 12.49 |
| 12 | Colocar la caja en la balanza | 19.78 | 25.18 | 23.2 | 18.9 | 18.22 | 18.46 | 20.08 | 18.66 | 18.96 | 19.34 | 20.08 | 23.89 | 22.29 |
| 13 | Abrir fundas | 20.98 | 19.61 | 24.32 | 36.13 | 25.29 | 23.64 | 29.03 | 27.35 | 25.17 | 21.73 | 25.33 | 30.14 | 28.11 |
| 14 | Escanear producto | 356.4 | 501.69 | 301.3 | 479.52 | 336.75 | 497.8 | 485 | 301.32 | 468.93 | 406.88 | 413.56 | 492.14 | 459.05 |
| 15 | Ensamblar display box vacios | 162.5 | 0 | 123.2 | 315.3 | 296.1 | 110 | 67.6 | 108.3 | 0 | 289 | 147.20 | 175.17 | 163.39 |
| 16 | Colocar etiquetas " Empty box" | 40.8 | 0 | 56.8 | 104.5 | 120.9 | 63.4 | 23.5 | 40.1 | 0 | 109 | 55.90 | 66.52 | 62.05 |
| 17 | Colocar producto dentro de la caja | 162.12 | 174.51 | 89.52 | 199.29 | 169.2 | 173.88 | 150.36 | 113.82 | 205.17 | 191.52 | 162.94 | 193.90 | 180.86 |
| 18 | Colocar tapa superior | 6.75 | 10.82 | 11.23 | 19.25 | 17.15 | 7.55 | 8.23 | 10.44 | 12.11 | 14.24 | 11.78 | 14.01 | 13.07 |
| 19 | Imprimir HU | 10.13 | 14.7 | 10.63 | 9.93 | 11.25 | 10.14 | 10.04 | 11.01 | 9.85 | 10.5 | 10.82 | 12.87 | 12.01 |
| 20 | Colocar etiquetas | 46.52 | 38.83 | 39.02 | 39.12 | 38.86 | 38.25 | 38.21 | 40.02 | 43.3 | 38.4 | 40.05 | 47.66 | 44.46 |
| 21 | Cerrar la caja | 78.14 | 36.77 | 48.41 | 65.16 | 55.42 | 73.14 | 51.62 | 62.42 | 57.22 | 63.07 | 59.14 | 70.37 | 65.64 |
| 22 | Pesar y llenar forma de identificación de caja | 52.55 | 44.56 | 44.93 | 44.47 | 44.61 | 43.27 | 44.14 | 45.03 | 45.09 | 45.78 | 45.44 | 54.08 | 50.44 |
| 23 | Colocar caja en la paleta | 25.22 | 19.05 | 24.46 | 23.52 | 24.88 | 19.14 | 20.55 | 21.45 | 22.16 | 19.36 | 21.98 | 26.16 | 24.40 |
| 24 | Crear e imprimir HU de la paleta | 54.96 | 49.67 | 42.3 | 44.99 | 49.62 | 46.37 | 51.77 | 46.15 | 57.37 | 49.24 | 49.24 | 58.60 | 54.66 |
| 25 | Pegar HU | 16.9 | 12.25 | 21.33 | 18.44 | 20.66 | 18.52 | 16.73 | 19.01 | 17.2 | 18.1 | 17.91 | 21.32 | 19.88 |
| 26 | Transportar paleta a Embarque y pesar | 90.3 | 32.36 | 36.24 | 34.05 | 36.72 | 42.54 | 30.85 | 33.36 | 37.96 | 38.75 | 41.31 | 49.16 | 45.86 |
| 27 | Devolver la paleta al area | 106.93 | 37.83 | 30.39 | 36.8 | 31.76 | 34.05 | 33.32 | 29.01 | 43.76 | 33.06 | 41.69 | 49.61 | 46.28 |
| 28 | Llenar forma de identificación de paleta | 70.19 | 44.97 | 74.07 | 70.52 | 68.54 | 60.48 | 65.73 | 52.62 | 63.15 | 53.22 | 62.35 | 74.20 | 69.21 |
| 29 | Inspeccionar la paleta | 44.7 | 21.31 | 37.72 | 29.54 | 31.26 | 28.84 | 32.36 | 42.23 | 40.31 | 37.26 | 34.55 | 41.12 | 38.35 |
| 30 | Transportar paleta a Embarque | 22.36 | 25.87 | 28.93 | 22.37 | 22.45 | 21.2 | 21.69 | 21.46 | 20.48 | 20.5 | 22.73 | 27.05 | 25.23 |

| | | |
|----------------|----------|----------------|
| 2506.73 | segundos | 2782.47 |
| 41.78 | minutos | 46.37 |
| TOTAL | | |

| Calificaciones para Westinghouse | | |
|----------------------------------|-------|--------------|
| Aspecto | Letra | Calificación |
| Habilidad | B2 | 0.08 |
| Esfuerzo | B1 | 0.10 |
| Condición | D | 0.00 |
| Consistencia | C | 0.01 |
| TOTAL | | 0.19 |

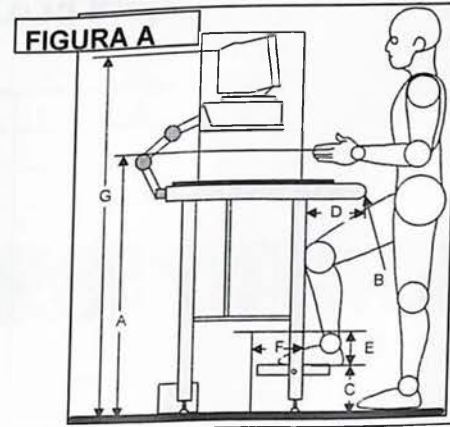
| Tolerancia | |
|--------------|--------------|
| Tipo | Calificación |
| Constante | 0.09 |
| Variable | 0.02 |
| TOTAL | 0.11 |

| <u>HABILIDAD</u> | | | <u>ESFUERZO</u> | | |
|------------------|----|------------|-----------------|----|------------|
| + 0.15 | A1 | Extrema | + 0.13 | A1 | Excesivo |
| + 0.13 | A2 | Extrema | + 0.12 | A2 | Excesivo |
| + 0.11 | B1 | Excelente | + 0.10 | B1 | Excelente |
| + 0.08 | B2 | Excelente | + 0.08 | B2 | Excelente |
| + 0.06 | C1 | Buena | + 0.05 | C1 | Bueno |
| + 0.03 | C2 | Buena | + 0.02 | C2 | Bueno |
| 0.00 | D | Regular | 0.00 | D | Regular |
| - 0.05 | E1 | Aceptable | - 0.04 | E1 | Aceptable |
| - 0.10 | E2 | Aceptable | - 0.08 | E2 | Aceptable |
| - 0.16 | F1 | Deficiente | - 0.12 | F1 | Deficiente |
| - 0.22 | F2 | Deficiente | - 0.17 | F2 | Deficiente |

| <u>CONDICIONES</u> | | | <u>CONSISTENCIA</u> | | |
|--------------------|---|-------------|---------------------|---|------------|
| + 0.06 | A | Ideales | + 0.04 | A | Perfecta |
| + 0.04 | B | Excelentes | + 0.03 | B | Excelente |
| + 0.02 | C | Buenas | + 0.01 | C | Buena |
| 0.00 | D | Regulares | 0.00 | D | Regular |
| - 0.03 | E | Aceptables | - 0.02 | E | Aceptable |
| - 0.07 | F | Deficientes | - 0.04 | F | Deficiente |

Guía Para Diseño Ergonómico

I. Dimensiones de Estación de Trabajo de Pie.



| CRITERIO | DIMENSION | DESCRIPCION | ACTUAL | ACEPTABLE | | |
|---|--|---|--------|-----------|----|-----|
| | | | | Si | No | N/A |
| A. Altura de trabajo-complejo/ligero cada ciclo. | Preferiblemente 40" a 43" | Distancia vertical desde superficie de pie (alfombra de seguridad) hasta altura de trabajo de las manos, cuando la tarea es precisión, compleja o ensamblaje ligero y ejecutada en el nido cada ciclo. | N/A | | | X |
| A. Altura de trabajo - recoger y colocar o bins de partes en cada ciclo | 38" a 45" | Distancia vertical desde superficie de pie (alfombra de seguridad) hasta altura de trabajo de las manos cuando la tarea sea recoger y colocar solamente, incluyendo alcanzar partes de bins y se ejecuta en cada ciclo. | N/A | | | X |
| A. Altura de trabajo - Recoger/ Colocar Alcance Ocasional | 36" a 48" | Distancia vertical desde soporte de la silla hasta altura de trabajo de las manos cuando la tarea sea de recoger y colocar solamente, y sea ejecutada cada 12 ciclos o más. | N/A | | | X |
| Altura de Bins de Partes | Max 48" | Distancia vertical desde superficie de pie (alfombra de seguridad) hasta el punto de agarre de las manos de los bins de partes. | 46" | X | | |
| A. Altura de Mesa Fija | 40" | Distancia vertical desde superficie de pie hasta superficie de tope de mesa, cuando la mesa NO SEA ajustable. Esta dimensión es solo para referencia. | 33" | | X | |
| A. Altura de Mesa Ajustable | Min. 36" a 46" | Distancia vertical desde superficie de pie hasta superficie de tope de mesa, cuando la mesa sea ajustable. | N/A | | | X |
| A. Altura de interruptores iniciadores de ciclos. | a) Mesa fija de 36 "- 42" o b)Igual que altura de la mesa adj. | Distancia vertical desde superficie de pie hasta centro de interruptores iniciadores de ciclo. (Banners, opto, etc.) | N/A | | | X |
| D. Profundidad de espacio de rodillas. | Min. 5" | Distancia horizontal del borde frontal de superficie de trabajo. | 10" | X | | |
| E. Altura de espacio de los pies. | Min. 6" | Altura desde superficie de soporte de los pies. | N/A | | | X |
| F. Altura del riel para los pies. | 6" | Distancia a superficie de soporte de los pies. | N/A | | | X |
| G. Profundidad de riel para los pies. | 4" - 5" | Distancia horizontal desde borde frontal de la mesa hasta el centro del riel del pie. | N/A | | | X |
| H. Profundidad de espacio libre para los pies. | Min. 6" | Profundidad desde el frente de cualquier obstrucción. | 24" | X | | |
| I. Altura de monitor - | Adj. 42" - 56" Fijo 57" | Distancia desde superficie de pie hasta porción visible de pantalla del monitor. | 33" | | X | |
| J. Profundidad de Monitor - Cada ciclo. | 14" - 20" | Distancia desde el frente del borde de la mesa hasta la parte superior de la pantalla del monitor cuando el operador lea cada ciclo. | 11" | | X | |

COMENTARIOS: Esta estación no tiene alfombra ergonómica

Formulario de Verificación y Limpieza de línea de las Estaciones de Load Prep

| | | | | | |
|---------------------------------|---|--|--|--|--|
| | Fecha | | | | |
| | Estación | | | | |
| | Turno | | | | |
| | Orden de producción | | | | |
| No. | Actividades | | | | |
| 1 | Sanitizar la estación de trabajo con alcohol 70/30. | | | | |
| 2 | Verificar que no quede material de la orden anterior preparada en dicha estación. | | | | |
| 3 | Comprobar que la estación de trabajo tiene todos utensilios necesarios para realizar la operación. | | | | |
| 4 | Verificar la integridad de los utensilios de trabajo. | | | | |
| 5 | Sanitizar la máquina y los utensilios a utilizar | | | | |
| 6 | Verificar que todos los materiales y utensilios a utilizar estén correctamente identificados. | | | | |
| 7 | Verificar que todos los documentos, WI, SOP, dibujos, formas, estén disponibles antes de realizar la operación. | | | | |
| 8 | Verifique la calibración de los equipos y asegúrense de que están dentro de la fecha de vigencia. | | | | |
| Firma y Fecha (Operador) | | | | | |
| ID de empleado | | | | | |

Anexo 8: Therbligs de los Gilbreth

| Therbligs eficientes (Avanza el progreso del trabajo directamente. Puede reducirse, pero es difícil eliminarlo completamente). | | |
|---|---------|---|
| Therblig | Símbolo | Descripción |
| Alcanzar | RE | "Mover" la mano vacía hacia o desde el objeto; el tiempo depende de la distancia recorrida; por lo general es precedido por "Liberar" y seguido por "Sujetar". |
| Mover | M | "Mover" la mano cargada; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento; por lo general es precedido por "Sujetar" y seguido por "Liberar" o "Posicionar". |
| Sujetar o tomar | G | "Cerrar" los dedos alrededor de un objeto; comienza a medida que los dedos tocan el objeto y termina cuando se ha ganado el control; depende del tipo de sujeción; por lo general, es precedido por "Alcanzar" y seguido por "Mover". |
| Liberar | RL | "Soltar" el control de un objeto, típicamente el más corto de los therbligs. |
| Preposicionar | PP | "Posicionar" un objeto en una ubicación predeterminada para su uso posterior; por lo general ocurre en conjunto con "Mover", como cuando se orienta una pluma para escribir. |
| Utilizar | U | "Manipular" una herramienta para el uso para el que fue diseñada; fácilmente detectable, a medida que avanza el progreso del trabajo. |
| Ensamblar | A | "Unir" dos partes que embonan; por lo general es precedido por "Posicionar" o "Mover" y seguido por "Liberar". |
| Desensamblar | DA | Es lo opuesto a "Ensamblar", pues separa partes que embonan; por lo general es precedido por "Sujetar" y seguido por "Liberar". |

| Therbligs ineficientes (No avanza el progreso del trabajo. Si es posible, debe eliminarse) | | |
|---|---------|--|
| Therblig | Símbolo | Descripción |
| Buscar | S | Ojos o manos buscan un objeto; comienza a medida que los ojos se mueven para localizar un objeto. |
| Seleccionar | SE | "Seleccionar" un artículo de varios; por lo general es seguido por "Buscar". |
| Posicionar | P | "Orientar" un objeto durante el trabajo, por lo general precedido por "Mover" y seguido por "Liberar" (en oposición a <i>durante</i> en Preposicionar). |
| Inspeccionar | I | "Comparar" un objeto con el estándar, típicamente a la vista, pero podría ser también con los demás sentidos. |
| Planear | PL | "Pausar" para determinar la acción siguiente; por lo general se lo detecta como un titubeo que precede a "Mover". |
| Retraso inevitable | UD | Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación, por ejemplo, la mano izquierda espera mientras la derecha termina una búsqueda prolongada. |
| Retraso evitable | AD | El operario es el único responsable del tiempo ocioso, por ejemplo, toser. |
| Descanso para contrarrestar la fatiga | R | Aparece periódicamente, no en cada ciclo; depende de la carga de trabajo física. |
| Parar | H | Una mano soporta el objeto mientras la otra realiza trabajo útil. |

HOJA DE EVALUACION

Gilsy Cleto

Sustentante

Yudelis González

Sustentante

[Signature]

Asesor

J. Gamboa

Miembro del jurado

[Signature]

Miembro del jurado

Nerby Zapata

Presidente del jurado

[Signature]

Director de la escuela de Ingeniería Industrial

Gilsy Yamily Cleto Campusano

Yudelis Anabel González Martínez

Calificación numérica 95

Calificación numérica 94

Calificación numérica A

Calificación numérica A

Fecha