

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA**

**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**MEJORA DE EFICIENCIA DE LA LÍNEA 4 DE  
ENTERAL FEEDING EN LA EMPRESA  
CARDINAL HEALTH COSTA RICA PARA EL  
TERCER CUATRIMESTRE DEL 2024**

Proyecto de graduación para optar por el  
Bachillerato en Ingeniería Industrial.

**Nombre completo del Estudiante:**

**Keylor Serrano Amaya.**

**Nombre completo del tutor:**

**Ing. Héctor Ramírez Mora. MEng**

**Coyol Alajuela, 2025**

I. Planteamiento del proyecto .....	9
1.1 Descripción del proyecto. ....	10
1.2 Identificación de la organización. ....	10
1.2.1 Descripción general de la organización. ....	14
1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa. ....	15
1.3 Planteamiento del problema. ....	16
1.3.1. <i>Definición y medición del Problema</i> .....	16
1.3.2 <i>Justificación del proyecto</i> . ....	19
1.4 Objetivos .....	20
1.4.1 <i>Objetivo General</i> .....	20
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	20
1.5 Alcances y Limitaciones .....	21
1.5.1 <i>Alcances</i> .....	21
1.5.2 <i>Limitaciones</i> .....	22
II. Marco Teórico .....	23
2.1 Marco conceptual de la carrera. ....	24
2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto. ....	39
2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto. ....	43
2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes. ....	43
III. Metodología de Trabajo. ....	45
3.1 Metodología para la definición del problema. ....	46
3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto. ....	47
3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio. ....	49

3.4 Metodología para la implementación del proyecto. ....	50
3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados.....	51
IV. Análisis de causas raíz. ....	53
4.1 Descripción de la situación actual.....	54
4.2 Diagrama del proceso actual. ....	56
4.3 Estudio De Tiempos Actuales. ....	76
4.4 Gráfico de tendencias.....	79
4.5 Diagrama de Ishikawa.....	80
4.6 Diagrama de Pareto.....	84
4.7 Conclusiones del análisis de causas.....	87
V. Diseño e implementación de la solución.....	89
5.1. Etapa Diseño.....	90
5.1.1 Plan de acción 1: Hoja de trabajo estándar.....	92
5.1.2 Plan de acción 2: Plan de capacitación estandarizada para operarios.....	93
5.1.2 Plan de acción 3: Reducción de tiempos muertos.....	96
5.2 Etapa de Implementación.....	98
5.2.1. Implementación: Hoja de Trabajo Estándar.....	98
5.2.2. Implementación: Plan de capacitación para operarios.....	108
5.2.3. Implementación: Reducción de tiempos muertos.....	110
5.3 Beneficios de la implementación.....	114

5.3.1. Análisis de Mejora Operativa y Ahorro Económico – Línea 4: .....	114
5.3.1.1. Mejora de Productividad en la Línea 4: .....	115
5.3.1.2. Optimización del Recurso Humano (Reducción de 4 operarios).....	115
5.3.1.3. Absorción Adicional de Costos Fijos .....	116
5.4 Control de Mejora .....	116
5.5. Conclusión Ejecutiva .....	130
VI. Conclusiones y recomendaciones.....	133
6.1 Conclusiones. ....	134
6.2 Recomendaciones.....	135
V11. Bibliografía. ....	137
V111. Anexos. ....	141
Declaración jurada.....	141
Carta aprobación del tutor .....	142
Carta del lector .....	143
Carta de autorización CENIT .....	144

## Índice de Tablas

Tabla 1. Estructura detallada para etapa “Definir” .....	46
Tabla 2. Estructura detallada para etapa “Medir” .....	48
Tabla 3. Estructura detallada para etapa “Analizar” .....	50
Tabla 4. Estructura detallada para etapa “Implementación” .....	50
Tabla 5. Estructura detallada para etapa “Mejorar” .....	52
Tabla 6. Estudio de tiempos.....	78
Tabla 7. Diagrama de Pareto.....	85
Tabla 8. Soluciones Propuestas.....	91
Tabla 9. Formato de Hoja de trabajo estándar. ....	99
Tabla 10. Procedimiento de llenado para hoja de trabajo estándar.....	100
Tabla 11. Hoja de trabajo estándar RF TUBE. ....	103
Tabla 12. Hoja de trabajo estándar RF EZCap. ....	103
Tabla 13. Hoja de trabajo estándar Warning.....	104
Tabla 14. Hoja de trabajo estándar Bushing. ....	104
Tabla 15. Hoja de trabajo estándar Bushing Line.....	105
Tabla 16. Hoja de trabajo estándar Spike Line. ....	105
Tabla 17. Hoja de trabajo estándar IFU. ....	106
Tabla 18. Hoja de trabajo estándar Assembly. ....	106
Tabla 19. Hoja de trabajo estándar Polybag Sealing. ....	107
Tabla 20. Hoja de trabajo estándar Packing.....	107
Tabla 21. Procedimiento de plan de capacitación para operarios.....	109
Tabla 22. Nuevos Tiempos .....	111

Tabla 23. Comparativa Diagrama de Pareto. ....	113
Tabla 24. Procedimiento de auditoria .....	118

### **Índice de Figuras**

Figura 1. Focus Factory TED .....	11
Figura 2. Focus Factory SCD .....	12
Figura 3. Focus Factory DIA .....	12
Figura 4. Focus Factory KEF.....	13
Figura 5. Estructura Organizativa.....	15
Figura 6. Referencias de sellado débil y sobre sellado .....	16
Figura 7. Máquina RF EzCap .....	17
Figura 8. Bolsas Kangaroo .....	17
Figura 9. Grafica de tendencias NCs sellados débiles o sobresellados .....	19
Figura 10. Capacity profile. ....	54
Figura 11. Vista preliminar las bolsas Kangaroo: RF tube RZcap .....	56
Figura 12. Diagrama de Flujo de Proceso. ....	57
Figura 13. Layout del Proceso línea 4. ....	58
Figura 14. Estación RF TUBE.....	60
Figura 15. Estación RF EZCAP.....	62
Figura 16. Estación "Warning" .....	63
Figura 17. Estacion de Bushing.....	65
Figura 18. Estación Lower to Bushing. ....	66
Figura 19. Estación Lower to Spike. ....	68

Figura 20. Estación IFU.....	70
Figura 21. Estación Assembly.....	72
Figura 22. Estación Polybag Sealing.....	74
Figura 23. Estación Packing. ....	76
Figura 24. Datos utilizados para tamaño de muestra por estimación .....	77
Figura 25. Resultado de tamaño de "n" para muestreo.....	77
Figura 26. Gráfico de tendencias.....	79
Figura 27. Diagrama de Ishikawa.....	80
Figura 28. Diagrama de Flujo de Propuestas de Mejora .....	90
Figura 29. Gráfico de tendencias .....	114
Figura 30. Diagrama de flujo para auditoria de proceso. ....	117
Figura 31. Hoja de control de Auditoria. ....	120
Figura 32. Formato para Mejoras de Proyecto. ....	121
Figura 33. Formato Pizarra de producción. ....	123
Figura 34. Paso 1 proceso de auditoría.....	124
Figura 35. Paso 2 proceso de auditoría.....	124
Figura 36. Paso 3 proceso de auditoría.....	125
Figura 37. Formato para seguimiento de acciones. ....	125
Figura 38. Paso 4 proceso de auditoría.....	127
Figura 39. Paso 5.1 proceso de auditoría.....	128
Figura 40. Paso 5.2 proceso de auditoría.....	128
Figura 41. Capacity profile Improved. ....	131

## **Acrónimos y siglas**

DIA: Dialysis, chronic & acute catheters.

SCD: Sequential compression device.

KEF: Kangaroo Enteral Feeding.

TED: Anti-embolism stockings.

DMAIC: Definir, medir, analizar, mejorar, controlar.

OEE: Overall equipment effectiveness.

TQM: Abreviatura en inglés de Gestión de Calidad Total.

IFU: Abreviatura en inglés de Instrucciones para uso (Instructions for use).

## **I. Planteamiento del proyecto**

### **1.1 Descripción del proyecto.**

Proyecto realizado en la empresa de manufactura de dispositivos médicos Cardinal Health ubicada en la zona franca del Coyol de Alajuela en el edificio B20 de dicha zona franca, como se mencionó anteriormente la empresa Cardinal Health se encarga de manufacturar dispositivos médicos en cuatro áreas diferentes las cuales son TED, KEF, SCD, Diálisis. Mediante este proyecto se busca mejorar la capacidad de producción de la línea cuatro en el área de Enteral feeding (KEF).

### **1.2 Identificación de la organización.**

La empresa Cardinal Health de manufactura de dispositivos médicos, se estableció en el país desde el año 2011 en la zona franca del Coyol de Alajuela. Actualmente la empresa cuenta con cuatro áreas las cuales son:

- TED: la cual se encarga de la fabricación de medias para trombosis.

*Figura 1. Focus Factory TED*



Fuente: elaboración propia.

- SCD es un área en la cual se fabrican botas de compresión como complemento de las medias que se realizan en el área de TED.

Figura 2. Focus Factory SCD



Fuente: Elaboración propia.

- DIA o Diálisis se encargan de todo lo que es fabricación de catéteres cardiovasculares, y catéteres para neonatos.

Figura 3. Focus Factory DIA



Fuente: Elaboración propia.

- KEF o Kangaroo Enteral Feeding es un área en la cual se fabrican bolsas para suplementos alimenticios para los pacientes.

*Figura 4. Focus Factory KEF*



Fuente: Elaboración propia.

La empresa proyecta para el 2025 un aumento considerable en la población, ya que, para el área de KEF se proyecta abrir 15 líneas de producción nuevas para sumar un total de 20 líneas de producción en total. Actualmente Enteral Feeding cuenta con 5 líneas, dos de ellas con poco más de dos años de estar en funcionamiento y 3 líneas las cuales están recientemente instaladas, por lo cual vamos a trabajar nuestro proyecto en una de estas líneas nuevas, específicamente la línea 4.

### ***1.2.1 Descripción general de la organización.***

Cardinal Health es una empresa de manufactura de dispositivos médicos, la cual cuenta con cuatro áreas de producción (Focus Factory): TED, SCD y KEF (Kangaroo Enteral Feeding).

La empresa actualmente con 2159 empleados, sin embargo, para el 2025 se espera que la población aumente considerablemente, por el aumento de líneas de producción que se tiene proyectado en el área de KEF (Kangaroo Enteral Feeding).

Como parte de la Misión y Visión de empresa tenemos:

**Misión:** Entregar productos y soluciones para mejorar la vida de las personas.

**Visión:** Aspiramos a ser el socio más confiable en el sector del cuidado de la salud a través de nuestra escala y experiencia en distribución, productos y soluciones, al mismo tiempo que impulsamos el crecimiento de áreas en evolución del cuidado de la salud a través de la retroalimentación de nuestros clientes, datos y análisis, enfocando nuestros recursos en lo que más importante.

A continuación, se presenta la estructura organizativa:

Figura 5. Estructura Organizativa

## Organigrama Costa Rica



Fuente: Elaboración propia.

### 1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa.

La empresa inicio en el 2011 en el país tomando el nombre de CMS o bien Covidien Manufacturing Solutions, actualmente rige bajo el nombre de Cardinal Health. La compañía se instaló en Costa Rica con tres departamentos de producción los cuales son TED, SCD y DIA. Alrededor de año 2020 se realiza una transferencia de producto y líneas de producción desde México a la planta de Costa Rica, alcanzando esta localidad el cuarto departamento de producción llamado KEF (Kangaroo Enteral Feeding).

### 1.3 Planteamiento del problema.

#### 1.3.1. Definición y medición del Problema

La empresa en su Focus Factory de Enteral Feeding presenta un problema recurrente con un alto número de no conformidades o eventos fuera de especificación en la sección de Rf Ezcab, estos eventos están relacionados a Sobre Sellado o Sellado Débil de la tapa de la bolsa de alimentación, como se puede ver en la Figura 6. Referencias de sellado débil y sobre sellado.

*Figura 6. Referencias de sellado débil y sobre sellado*



Fuente: Elaboración propia.

Para tener una mejor noción de este proceso, podemos ver en la Figura 7. Máquina RF EzCap, el proceso donde se ensambla la tapa con la bolsa de alimentación con sus respectivos operadores y la máquina que se encarga del sellado. Adicionalmente se puede apreciar en la Figura 8. Bolsas Kangaroo el producto ya con la tapa y la bolsa ensamblados listos para ser sellados.

*Figura 7. Máquina RF EzCap*



Fuente: Elaboración propia.

*Figura 8. Bolsas Kangaroo*



Fuente: Elaboración propia.

Durante el análisis del área más factible para llevar a cabo el proyecto se considera el departamento de producción de KEF o Enteral Feeding, el cual, fue el último departamento que se transfirió desde México a la planta de Costa Rica, de los cuatro departamentos de producción con los que cuenta actualmente la empresa Cardinal Health y al ser líneas de producción tan nuevas existen ajustes y mejoras que se deben realizar para generar un impacto positivo en el rendimiento productivo de la compañía.

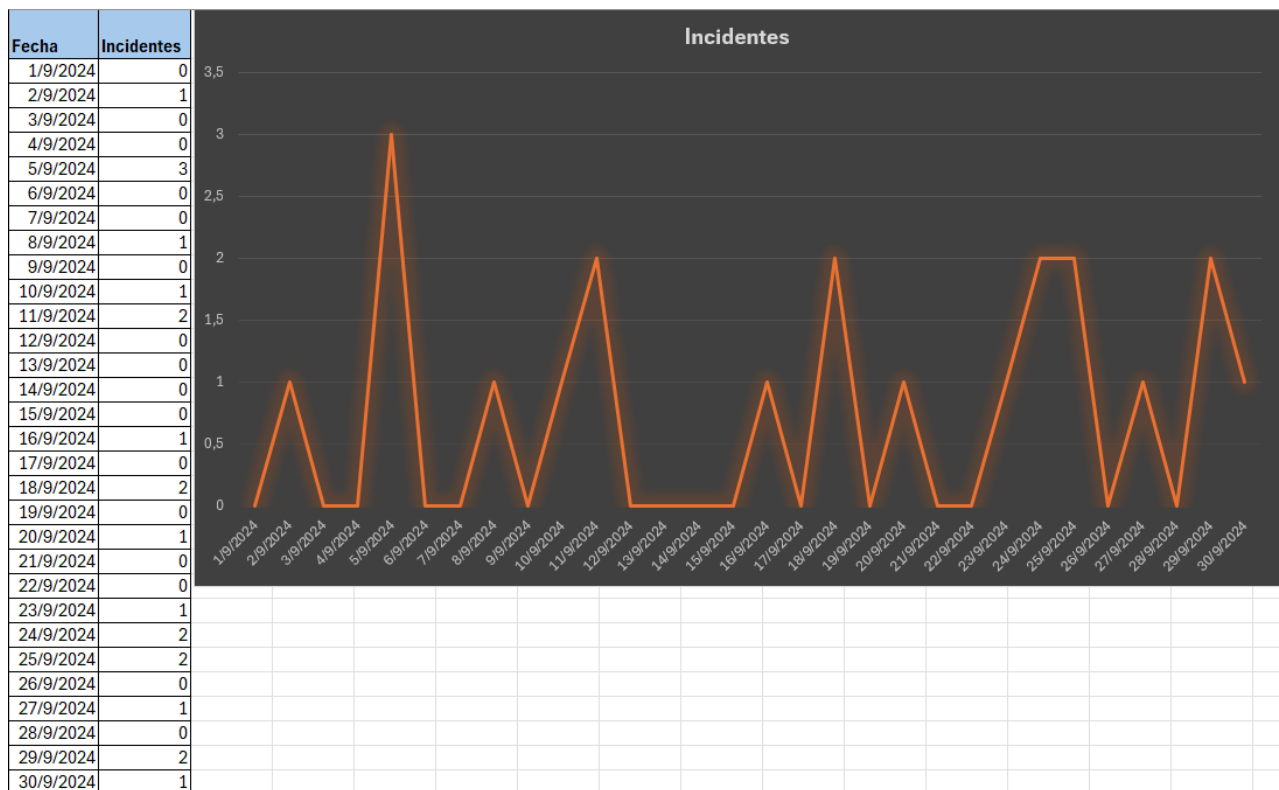
Durante el análisis de la situación actual en conjunto con los Gerentes y personal de la compañía se detecta que una de las principales situaciones que enfrenta el Focus Factory de Enteral Feeding, es una baja productividad, específicamente en la línea de producción número 4, de los 5 totales.

El principal indicio o variable representativa que se detecta en la línea número 4, es el nivel de producción diaria, la cual no ha logrado mostrar el resultado esperado y no ha podido alcanzar su meta de producción diaria. Esta línea de producción tiene las respectivas validaciones de proceso y trabaja con los operarios debidamente entrenados. Actualmente alcanza un máximo de producción de 188 cajas diarias.

### 1.3.2 Justificación del proyecto.

El propósito del proyecto que se lleva a cabo en la línea de producción número 4 del Focus Factory KEF (Enteral Feeding) es mejorar los niveles actuales de producción mediante la aplicación de herramientas de ingeniería industrial. Con la realización de este proyecto se pretende atacar los índices de eficiencia y productividad en la línea para lograr que los niveles actuales de producción diaria cumplan con las metas establecidas por la compañía Cardinal Health de 300 cajas diarias. Adicional a esto en la Figura 9 vemos una considerable cantidad de non-conformidades en el proceso relacionadas a Sellado Débil o Sobre Sellado, lo cual, se va a investigar en las siguientes secciones para disminuir el número de eventos.

Figura 9. Grafica de tendencias NCs sellados débiles o sobresellados



Fuente: Elaboración propia.

## **1.4 Objetivos**

### ***1.4.1 Objetivo General***

Mejora del proceso productivo de la línea 4 en el área de KEF para la empresa Cardinal Health ubicada en el Coyol para el aumento de su capacidad aplicando de la metodología DMAIC.

### ***1.4.2 Objetivos Específicos***

-Definir los métodos de trabajo más eficaces según los estudios realizados sobre medición de tiempos, considerando a los operadores con los tiempos más bajos, para la estandarización un método de labor y actualización en el procedimiento de las operaciones realizadas en la línea 4.

-Medir cual es el cuello de botella en la línea 4 de cada una de las estaciones por tiempos y eficacia labor.

-Analizar las métricas de tiempos e indicadores bajo las cuales trabaja la línea de producción número 4.

-Identificar cuáles son las estaciones de la línea 4 con la eficiencia más baja y el número de operadores que utiliza en comparación con las estaciones con los niveles de eficiencia por encima de las metas establecidas.

-Mejorar los procedimientos de operación de la línea 4 estandarizando los métodos más eficientes para mejorar la capacidad de producción en la línea.

-Controlar de manera eficiente el manejo del personal y los indicadores de producción de la línea con ayuda del capacity profile para que este se encuentre dentro de los límites establecidos para alcanzar las metas de producción.

## **1.5 Alcances y Limitaciones**

### ***1.5.1 Alcances***

La implementación del proyecto en la línea de producción #4 del Focus Factory KEF de la empresa Cardinal Health, ubicada en el edificio B20 de la zona franca del Coyoil de Alajuela. Se abarca el análisis de todas sus estaciones de trabajo desde el inicio de la integración del proceso, pasando por ensamble y culminando en sellado y empaque, referirse a la figura 12. Diagrama de flujo de proceso.

Durante el primer cuatrimestre del año 2025 se analizan diferentes áreas como como finanzas, documentos controlados, datos de tiempos, acceso a encuestas a personal de línea, recorridos gemba, así como también acceso a reuniones diarias donde se obtiene información actualizada del estado de la línea, lo cual permite visualizar y analizar el entorno de manera óptima.

### ***1.5.2 Limitaciones***

Actualmente en la línea 4 las maquinas RF TUBE y la RF EZCAP son maquinas que mantienen una capacidad de producción limitada, la cuales están trabajando en su tiempo eficaz más bajo, y si se aumenta este tiempo con el fin de aumentar la producción se puede incurrir en sobrepasar la capacidad de la maquina lo que crea problemas en los sellados de las bolsas y se volvería contraproducente. Por lo tanto, la capacidad de la máquina y su funcionamiento se considera la principal limitante de este proyecto.

## **II. Marco Teórico**

## **2.1 Marco conceptual de la carrera.**

En este apartado se detallan y presentan definiciones, así como también conceptos teóricos de las herramientas bajo las cuales se trabajará en el desarrollo de la investigación, esto con el fin de conocer a fondo el proyecto y las herramientas bajo las cuales se trabajará el proyecto.

### ***2.1.1 Ingeniería Industrial.***

La Ingeniería Industrial se creó después de la revolución industrial y Gutarra Meza (2015), la define como

La ingeniería industrial abarca del diseño, el mejoramiento y la instalación de sistemas integrados de materiales, mano de obra, equipamiento y espacio. Se basa en destrezas y conocimientos especializadas de las ciencias físicas, matemáticas, sociales y de computación, junto con los principios y los métodos del análisis y el diseño de ingeniería, con el objetivo de especificar, predecir, medir y evaluar los resultados que se espera obtener con estos sistemas. (p. 52).

### ***2.1.2 Productividad***

Según Gutiérrez Pulido (2020) señala que el término productividad se define como

La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, en función de los recursos empleados, por lo que en general, se mide por el coeficiente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. (Pág. 21)

### ***2.1.2.1 Eficiencia, eficacia y efectividad***

Cabe recalcar que productividad no es lo mismo que eficiencia, eficacia y efectividad, se suelen confundir estos significados, ya que tienen una relación muy cercana dichos términos. Por lo que Gutiérrez Pulido (2020), también definen estos términos como

Con respecto a la eficiencia, se define como “la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados (...) buscar eficiencia es tratar de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicio de recursos.” (Pág. 21). En cambio, la eficacia se define como “el grado en que se realizan las actividades planeadas y se logran los resultados planeados (...) utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados (hacer lo planeado)” (Pág. 21). Por último, el término de eficacia se puede entender como “medida de la idoneidad de los objetivos elegidos y el grado en que se logran” (Pág. 21).

### ***2.1.3 Calidad total o Gestión de calidad***

Según Barbosa y Hernández (2016), la gestión de calidad total es una estrategia de gestión orientada a crear conciencia de calidad en todos los procesos organizacionales. La TQM (abreviatura en inglés de Gestión de Calidad Total) ha sido ampliamente utilizada en manufactura, educación, gobierno e industrias de servicio. Se le denomina “total” porque en ella queda concernida la organización de la empresa globalmente considerada y las personas que trabajan en ella.

Este proceso moderno requiere la participación continua de todos los miembros de una organización en la mejora del desarrollo, diseño, fabricación y mantenimiento de los productos y servicios que ofrece una organización. En el concepto de calidad se incluye la satisfacción del cliente y se aplica tanto al producto como a la organización (Pág. 11).

### ***2.1.4 Mejora Continua***

Según lo visto en clase, se puede entender la mejora continua como “el enfoque para la mejora de procesos operativos que se basa en la necesidad de revisar continuamente las operaciones de los problemas, la reducción de costos oportunidad, la racionalización, y otros factores que en conjunto permiten la optimización.” (Molina, 2023, diapositiva 2).

### ***2.1.5 Control de Calidad***

El control de calidad según lo visto en clase se define como “el conjunto de técnicas y actividades que se realizan para verificar, evaluar o monitorear el cumplimiento de los requerimientos de un producto o servicio.” (Molina, 2023, diapositiva 5).

### ***2.1.6 Planificación***

Según Bley y Cárdenas (2019), la planificación consiste en

Determinar lo que se debe hacer, cómo se debe hacer, qué acción debe tomarse, quien es el responsable de ella y por qué. (...) El objetivo de la planificación debería ser diseñar un futuro deseable e inventar el camino para conseguirlo. (Pág. 17).

### ***2.1.7 Proceso***

Según lo visto en clase, un proceso se define como:

Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. Un proceso está conformado por varias etapas o subprocesos, mientras que las entradas o insumos incluyen sustancias, materiales, productos o equipos. Los resultados o salidas pueden ser un producto en sí

o alguna modificación de los insumos, que a su vez será un insumo para otro proceso.  
(Molina, 2023, diapositiva 28)

### ***2.1.8 Competitividad***

Por lo visto en clase se puede definir competitividad como “la capacidad de una empresa para generar valor para el cliente y sus proveedores de mejor manera que sus competidores.” (Molina, 2023, diapositiva 34).

### ***2.1.9 Cuello de Botella***

Según Richard B. Chase (2009), se entiende por cuello de botella lo siguiente “Recurso que limita la capacidad o la producción máxima de un proceso” (Pág. 127)  
En otras palabras un cuello de botella es una restricción en el sistema que limita la producción. Un cuello de botella se puede causar por varios motivos puede ser una máquina, falta de trabajadores capacitados o una herramienta especial.

### ***2.1.10 Estudio de movimientos***

Andrade, Del Río y Alvear (2019), definen el objetivo del estudio de movimientos como “eliminar o mejorar elementos innecesarios que podrían afectar la productividad, seguridad, y calidad de la producción.” (Pág. 84).

### ***2.1.11 Estudio de tiempos***

Andrade, Del Río y Alvear (2019), mencionan que según Salvendy (2001) el estudio de tiempos se define como “la determinación del tiempo que requiere completar un proceso, actividad, tarea o paso específico” (Pág. 84)

### ***2.1.12 Tiempo de ciclo***

Según Richard B. Chase (2009), el tiempo de ciclo se define como “Tiempo promedio entre el término de una unidad y otras sucesivas dentro de un proceso. A veces, el término se entiende como el tiempo entre el inicio de un trabajo y su término.” (Pág. 127).

### ***2.1.13 Tiempo de la corrida***

Richard B. Chase (2009) define tiempo de la corrida como “El tiempo requerido para producir un lote de piezas.” (Pág. 127).

### ***2.1.14 Tiempo de preparación***

Según Richard B. Chase (2009), el término de tiempo de preparación se define como “Tiempo requerido para preparar una máquina a efecto de fabricar un artículo particular.” (Pág. 127).

### ***2.1.15 Tiempo de operación***

Richard B. Chase (2009) define el tiempo de operación como “La suma del tiempo de preparación y del tiempo de la corrida para un lote de piezas que pasan por una máquina.” (Pág. 127).

### ***2.1.16 Tasa de rendimiento***

Richard B. Chase (2009) define la tasa de rendimiento como “El índice de producto que se espera que produzca el proceso en un periodo.” (Pág. 127)

### ***2.1.17 Balance de línea***

Valerio Zambrana (2018), menciona que Moreno y Montealegre (2013) definen el balance de línea como

Una de las técnicas más importantes en el control de la producción, ya que busca utilizar al máximo los recursos, reducir los tiempos ociosos o tiempos muertos de los procesos. Si se logra establecer el balance óptimo de la línea, los tiempos proceso de todas las estaciones serán exactamente iguales (...) El objetivo fundamental de un balance de línea es igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso, para lo cual se requiere determinar la secuencia óptima de procesar trabajos en una máquina y una buena asignación de las tareas a estaciones u operarios. (Pág. 51)

### ***2.1.18 Takt Time***

Valerio Zambrana (2018), menciona que Rother y Harris (2001) definen el Takt Time como “ritmo al que se necesita producir para satisfacer la demanda del cliente” (Pág. 52).

### ***2.1.19 Cycle Time***

Valerio Zambrana (2018) define el cycle time como “el ritmo real de producción de una unidad” (Pág. 52)

### ***2.1.20 Tiempos muertos***

Valerio Zambrana (2018) comenta y define los tiempos muertos como “En todos los procesos y en todas las áreas existen actividades que consumen tiempo, recursos y espacio, pero no contribuyen a satisfacer las necesidades del cliente” (Pág. 55)

#### ***2.1.20.1 Tiempo de espera***

Los tiempos de espera se consideran parte de los tiempos muertos, ahora, Valerio

Zambrana (2018) menciona que González (2007) define los tiempos de espera como:

Tiempo de espera se refiere a todo aquel tiempo que los trabajadores deben esperar para que les lleguen los materiales, mientras esperan que el producto sea recogido, cuando se presenta el mantenimiento de los equipos. Es cualquier momento en el que el valor no puede ser agregado por causa del retraso. (Pág. 56).

#### ***2.1.20.2 Desperdicio relacionado a movimientos***

Este tipo de desperdicios relacionado a los movimientos son parte de los tiempos muertos, en este caso recalando sobre movimientos que son innecesarios y que no agregan valor al proceso, haciendo más bien perder tiempo innecesariamente, Valerio Zambrana (2018) menciona que el desperdicio relacionado al movimiento se define como:

El desperdicio relacionado con movimientos es cuando en los procesos de producción y áreas de servicio, los trabajadores tienen que realizar movimientos excesivos para tomar partes productivas, herramientas para poder efectuar su operación. Las causas más comunes podrían ser: baja eficiencia de los trabajadores, métodos de trabajo inadecuados, desorden, entre otros. (Pág. 57)

#### ***2.1.21 Justo a tiempo***

Valerio Zambrana (2018) menciona que el justo a tiempo se define como:

Justo a tiempo se orienta a la eliminación de todo tipo de actividades que no agregan valor, busca tener la pieza correcta, en la cantidad correcta, cuando se necesita

en el proceso productivo, manteniendo un sistema de producción ágil lo suficientemente flexible que dé cabida a las fluctuaciones en los pedidos de los clientes. (Pág. 59-60)

### ***2.1.22 Estandarización***

Vázquez y Labarca (2012) mencionan que Harrington (1994) establece el concepto de estandarización y lo define como “consiste en definir y uniformar procedimientos, de modo que todas las personas que participan en él usan permanentemente los mismos procedimientos.” (Pág. 703)

### ***2.1.23 Ergonomía***

La ergonomía es un ámbito fundamental en las áreas laborales y más aún en áreas de producción, por lo tanto, se toma en cuenta el concepto de ergonomía para la realización de la investigación, por lo tanto, según Fachal y Motti (2008) la ergonomía se define como

La Ergonomía es una ciencia que estudia las características, necesidades, capacidades y habilidades de los seres humanos, analizando aquellos aspectos que afectan al entorno artificial construido por el hombre relacionado directamente con los actos y gestos involucrados en toda actividad de éste. En todas las aplicaciones su objetivo es común: se trata de adaptar los productos, las tareas, las herramientas, los espacios y el entorno en general a la capacidad y necesidades de las personas, de

manera que mejore la eficiencia, seguridad y bienestar de los consumidores, usuarios o trabajadores. (Pág. 2).

#### ***2.1.24 Indicadores de proceso***

Valerio Zambrana (2018) menciona que Hernández y Visán (2013) definen a los indicadores como

Un indicador busca llevar el control de un elemento en específico, el cual es observable y medible, además, puede ser usado para monitorear la mejora que está haciendo el proceso hacia el logro de un resultado específico. Los elementos básicos que debe tener un indicador son: meta o nivel numérico por alcanzar y plazo de tiempo, la fórmula de cálculo, frecuencia con la que se debe medir el indicador y fuentes de datos, responsables y representación gráfica del resultado. (Pág. 63)

##### ***2.1.24.1 Controles Visuales***

Valerio Zambrana (2018) define los controles visuales como:

Los controles visuales se refieren a cualquier mecanismo de comunicación que indique el estado de un indicador con un solo vistazo, permitiendo identificar si está fuera del estándar, si cumple con las especificaciones o no. Estos controles sirven de guía para los operarios, con el fin de ver cómo están haciendo su trabajo. Otorgan información clara y permiten reaccionar de forma rápida a los problemas, además, benefician la estandarización de las operaciones. (Pág. 63-64)

### ***2.1.25 SMART ART***

El modelo SMART ARTS es una herramienta metodológica utilizada en la gestión de proyectos, la administración del cambio y el diseño de estrategias, que combina principios de planeación y liderazgo organizacional. Este modelo surge de la integración de dos conceptos principales: el criterio SMART, utilizado para establecer objetivos claros y medibles, y el enfoque ARTS, centrado en la actitud, las relaciones, el trabajo en equipo y la sinergia organizacional.

SMART es un acrónimo que se refiere a que los objetivos deben ser:

- Specific (Específicos)
- Measurable (Medibles)
- Achievable (Alcanzables)
- Relevant (Relevantes)
- Time-bound (Limitados en el tiempo)

Este criterio garantiza que los objetivos de un proyecto estén claramente definidos, se puedan cuantificar y evaluar, sean realistas según los recursos disponibles, estén alineados con los intereses estratégicos de la organización y tengan un plazo establecido para su cumplimiento (Doran, 1981).

Por otro lado, el componente ARTS se enfoca en los aspectos cualitativos del entorno laboral:

- Actitud positiva
- Relaciones interpersonales efectivas
- Trabajo en equipo
- Sinergia organizacional

Este enfoque reconoce la importancia del factor humano dentro de cualquier sistema productivo o proyecto, y sugiere que el éxito de los objetivos SMART depende, en gran medida, de la cultura organizacional y la forma en que las personas colaboran entre sí.

Al integrar ambos componentes, el modelo SMART ARTS permite al ingeniero industrial no solo establecer metas precisas y evaluables, sino también crear un entorno colaborativo que fomente el compromiso, la motivación y la mejora continua. Este modelo es especialmente útil en el diseño e implementación de proyectos de mejora continua, gestión del cambio, implementación de sistemas de calidad y desarrollo de liderazgo dentro de las organizaciones.

### ***2.1.26 Diagrama de Pareto***

Según W. Edwards Deming, el Diagrama de Pareto es una herramienta útil para identificar y organizar los problemas en función de su frecuencia o impacto, permitiendo a los equipos enfocarse en las causas más importantes que afectan la calidad.

Deming lo considera parte del enfoque sistemático hacia la mejora continua, donde es fundamental distinguir entre los pocos problemas vitales y los muchos

triviales para optimizar recursos y esfuerzos. Aunque Deming promovía una visión más holística del sistema, reconocía que herramientas como el Diagrama de Pareto eran valiosas para visualizar y comunicar prioridades en el proceso de mejora (Deming, 1986).

### ***2.1.26 Hoja de Trabajo Estándar***

Según Liker (2004), la hoja de trabajo estándar es un documento fundamental en el sistema de producción Lean que define de forma detallada y secuencial los pasos necesarios para realizar una tarea, incluyendo el tiempo estándar, la secuencia de trabajo y la cantidad mínima de inventario en proceso. Su propósito es asegurar la eficiencia, calidad y seguridad en la ejecución de un proceso, sirviendo además como base para la mejora continua.

### ***2.1.26 Diagrama de Ishikawa***

Según Ishikawa (1986), el diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa y efecto o diagrama de espina de pescado, es una herramienta utilizada para identificar, explorar y representar gráficamente las posibles causas de un problema específico. Este diagrama facilita el análisis estructurado de las causas que pueden estar generando una desviación en la calidad o el desempeño de un proceso, agrupándolas en categorías como métodos, materiales, mano de obra, maquinaria, medición y medio ambiente.

### ***2.1.26 Grafico de Capacidad***

Según Montgomery (2013), el gráfico de capacidad es una herramienta utilizada en el control estadístico de procesos para evaluar qué tan capaz es un proceso de producir resultados dentro de los límites de especificación establecidos. Este gráfico permite comparar la variabilidad del proceso con los requisitos del cliente, utilizando índices como Cp, Cpk, Pp y Ppk, lo que facilita la toma de decisiones sobre la estabilidad y capacidad del proceso.

### ***2.1.26 Grafico de Tendencias***

Según Goetsch y Davis (2014), el gráfico de tendencias es una herramienta utilizada para visualizar datos a lo largo del tiempo, con el fin de identificar patrones, comportamientos o desviaciones en un proceso. Esta gráfica permite a los ingenieros y responsables de calidad detectar cambios, prever problemas futuros y tomar decisiones informadas para mejorar el desempeño del sistema analizado.

### ***2.1.26 Ahorro Tipo 1:***

Se refiere al ahorro económico directo y cuantificable generado por la mejora de un proceso, eliminación de desperdicios o reducción de costos operativos. Es tangible y puede reflejarse de inmediato en los estados financieros de la organización.

### ***2.1.26 Ahorro Tipo 2:***

Consiste en beneficios indirectos o intangibles que no se reflejan inmediatamente en los estados financieros, pero que mejoran el rendimiento a largo plazo. Estos ahorros suelen relacionarse con calidad, seguridad, satisfacción del cliente o eficiencia administrativa.

## **2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto.**

En esta sección se establecerán definiciones claves necesarias para la gestión del proyecto, específicamente en el contexto de la mejora del tiempo en la producción. Esto incluye términos relevantes tanto para la empresa como para la carrera. Asimismo, se proporcionará una descripción detallada de aspectos esenciales de la metodología DMAIC.

### ***2.2.1 Metodología DMAIC***

La metodología seleccionada como nacimiento para la administración de este proyecto es la DMAIC, un enfoque estructurado compuesto por cinco etapas fundamentales: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Este método proporciona un marco sistemático que guiará la gestión de la mejora del tiempo en la producción de empaques a lo largo de cada fase del proyecto. Cada etapa dentro de la metodología DMAIC se diseñará de manera específica para abordar los desafíos temporales

identificados, garantizando una aproximación integral y efectiva para lograr los objetivos de optimización de tiempo en el proceso de fabricación.

### ***2.2.2 Definir***

Definir es la primera fase de la metodología de DMAIC, es el inicio del proceso, y su propósito es introducir, comprender, definir y exponer claramente el objeto de estudio, así como justificar la relevancia del proyecto. Se establecerá el alcance del proyecto y se delinearán las limitaciones que se deben tener en cuenta, además identificar aspectos claves de la organización, sus requisitos y los procesos claves que pueden afectar y teniendo en cuenta todo lo anterior mencionado buscar posibles mejoras al proyecto.

Las herramientas utilizadas para la fase de definir del proyecto son las siguientes:

- Diagramas de flujo
- Lluvias de ideas
- Diagramas de Pareto
- Diagramas de recorridos

### ***2.2.3 Medir***

La fase de medición, segunda etapa en el enfoque DMAIC, se enfoca en implementar las técnicas de recolección de datos para evaluar el rendimiento actual del proceso que ha sido previamente identificado en la etapa de definición, es decir identificar las causas claves del problema para la recogida de datos en el proceso objeto

de estudio del proyecto. Es importante medir los puntos cruciales tales como características del producto, uso de mano de obra, tiempos de ciclo y materiales, serán medidas rigurosamente y de esa manera se incorporan en la evaluación de cualquier aspecto que represente oportunidades de mejora rentables para el proyecto.

Las herramientas utilizadas para la fase de medir del proyecto son las siguientes:

- Diagrama entradas, procesos y salidas.
- Gráficos Pareto
- Gráficos de control
- Gráficos de movimientos

#### ***2.2.4 Analizar***

Esta etapa tiene como objetivo analizar los datos obtenidos del estado actual del proceso y determinar las causas de este estado y las oportunidades de mejora, estudiar y analizar es el punto crucial en esta etapa, parte de este proceso implica la formulación de diversas hipótesis, las cuales se algunas veces a pruebas estadísticas para determinar qué factores son cruciales para el rendimiento final del proceso.

Las herramientas utilizadas para la fase de medir del proyecto son las siguientes:

- Diagrama de causa efecto
- Análisis de varianza
- Diagramas de corrido
- Análisis de muestreo

### **2.2.5 Mejora**

En esta parte del proceso de la mejora simplemente se desarrollan, implementan y validan alternativas de mejora para el proceso, es decir se ponen en práctica las posibles soluciones para tener las mejoras y analizar cuál es válida para nuestro problema, para hacer esto se requiere de una lluvia de ideas que genere propuestas cruciales para la mejora del proyecto.

Generar posibles soluciones al problema detectado e implementar las más convenientes, es importante contar con seguridad de posibles soluciones y que el equipo de trabajo este comprometido a implementar y analizar las mejores para salir adelante. De acuerdo con Herrera y Fontalvo (2012): “Es importante recalcar que, para lograr la mejora, la organización debe comprometerse”.

Las herramientas utilizadas para la fase de medir del proyecto son las siguientes:

- Lluvia de ideas
- Pruebas de piloto
- Análisis de efecto

### **2.2.6 Controlar**

En esta última fase del proceso DMAIC, el objetivo es garantizar que una vez que el nuevo proceso esté estabilizado, sus condiciones se mantendrán a lo largo del tiempo, es decir establecer un plan de controles que garanticen que la mejora alcanzará el nivel deseado. Importante también asegurar que las mejoras no se pierdan, mantener el rendimiento del proceso y fomentar la mejora continua. Las herramientas utilizadas:

- Planes de control
- Gráficos de control
- Diagrama de Gantt
- Controles visuales

### **2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto.**

En Correa, Yepes y Pellicer (2007) se cita una serie de beneficios si una empresa incorporase una gestión normalizada y orientada hacia la innovación, entre los beneficios descritos, se precisan los siguientes:

- Mejora de las actividades de la organización
- Incremento de la competitividad de la empresa a medio y largo plazo
- Mayor integración de los procesos de gestión empresarial con su estrategia
- Mayor eficiencia en la explotación del conocimiento de la organización
- Sistematización de la incorporación de nuevos conocimientos en procesos y productos y satisfacción de las expectativas de los clientes.

### **2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes.**

El OEE es un cálculo matemático que permite medir y evaluar un proceso productivo de una empresa de manufactura, en cuanto a disponibilidad, rendimiento y calidad. El artículo por Morris, L, 2022, presenta una revisión bibliográfica alrededor del OEE y la industria 4.0 y los resultados de la encuesta realizada a Mipymes

manufactureras de Risaralda. Por otro lado, se plantea un desarrollo de innovación tecnológica, para la medición y evaluación del OEE, en el proceso productivo, donde se pueda observar el comportamiento de la producción en tiempo real, de tal forma que sirva para la toma de decisiones oportunas y tempranas. Finalmente se concluye que las Mipymes presentan falencias con respecto al conocimiento de indicadores de productividad como el OEE, así como la automatización y la falta de aplicación del concepto de industria 4.0 en los procesos de producción, a través de la aplicación de una prueba piloto, se evidencia que el prototipo desarrollado, permite a las Mipymes cerrar estas brechas, convirtiéndose en una oportunidad de mejoramiento continuo para ellas.

### **III. Metodología de Trabajo.**

### 3.1 Metodología para la definición del problema.

Según el nivel de conocimiento científico (observación, descripción, explicación) que necesitaba tener el investigador, se formula el tipo de estudio, es decir de acuerdo con el tipo de información que se esperaba obtener, así como el nivel de análisis se debió realizar.

Entonces, para la realización del presente proyecto, se realizó un enfoque a la metodología DMAIC, ya que este permite realizar mediciones, brindar seguimiento, ayuda a tomar decisiones con datos reales y así mejorar la productividad de la línea, la cual esta estrictamente relacionada la calidad y costes del proceso en estudio.

Por lo tanto, se definió la compañía y su actual problema mediante la observación de diferentes resultados que afectaban el rendimiento del proceso y por ende de la empresa y situaciones a mejorar, la medición para obtener la información y los datos, analizar la información recolectada, implementar y emprender mejoras en los procesos y, finalmente, controlar o rediseñar los procesos o productos existentes.

*Tabla 1. Estructura detallada para etapa “Definir”*

<b>Objetivo específico</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Descripción</b>	<b>Plazos</b>	<b>Responsables</b>
<i>Definir los métodos de trabajo más eficaces según los estudios realizados sobre</i>	<i>1. Crear un diagrama de Flujo. 2. Crea un Capacity Profile.</i>	<i>1. Estudio de Tiempos.</i>	<i>Estandarización de un método que permita la reducción de tiempos y mejore la capacidad de cada del proceso.</i>	<i>Duración: 2 Semanas.</i>	<i>Project Owner: Keylor Serrano.</i>

*medición de tiempos, considerando a los operadores con los tiempos más bajos, para la estandarización un método de labor y actualización en el procedimiento de las operaciones realizadas en la línea 4.*

*3. Crear un diagrama de Pareto.*

---

*Fuente: Escuela Ingeniería Industrial Universidad Hispanoamericana*

### **3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto.**

Para la realización de este proyecto se hizo uso de herramientas con el objetivo de tener una visión clara ante la situación actual del proceso y los detalles para su mejora, utilizando el capacity profile y el diagrama de flujo se observó el proceso en estudio, con el uso de Gemba walk se describió y analizo cada etapa que conlleva la realización de las bolsas de suplementos alimenticios con el objetivo de comprender como es el funcionamiento y dar visibilidad a los detalles que pueden causar defectos o retrasos, como el tiempo, cantidad de operarios por fase, entre otros.

Por lo tanto, se realizó un estudio de tiempos para poder determinar mejoras, identificar problemas, riesgos y obstáculos potenciales. Se definen las principales necesidades de cada etapa del proceso, así como los recursos de estas. se cuantifico el problema y la productividad, utilizando indicadores y métricas que permitan identificar el margen de progreso y las variaciones del ciclo.

A partir del diagrama de Ishikawa se identifican las distintas posibles causas del problema asociadas a las áreas de medio ambiente, material, medición, maquina y mano de obra. Las causas identificadas se abordan mediante un enfoque sistemático y metódico para mejorar la eficiencia de la línea de producción y alcanzar los objetivos establecidos por la empresa.

Seguidamente el diagrama de Pareto permitió ilustrar las categorías y así poder identificar las causas más significativas, así como el grafico de tendencias.

Estas herramientas fueron fundamental para medir la situación actual de la línea de producción número 4.

*Tabla 2. Estructura detallada para etapa “Medir”*

<b>Objetivo específico</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Descripción</b>	<b>Plazos</b>	<b>Responsables</b>
<i>-Medir cual es el cuello de botella en la línea 4 de cada una de las</i>	<i>1. Obtener los datos relacionados a la situación</i>	<i>1. Diagrama de Ishikawa. 2. Gráfico de Capacidad.</i>	<i>Utilizar las herramientas para medir el proceso actual en cada etapa.</i>	<i>Duración: 4 Semanas.</i>	<i>Project Owner: Keylor Serrano.</i>



Tabla 3. Estructura detallada para etapa "Analizar"

<b>Objetivo específico</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Descripción</b>	<b>Plazos</b>	<b>Responsables</b>
-Analizar las métricas de tiempos e indicadores bajo las cuales trabaja la línea de producción número 4.	1. En base a la medición de tiempos, identificar las oportunidades de mejora en cada etapa del proyecto.	1. Gráfico de Capacidad. 2. Diagrama de Tendencias.	Utilizar los datos recolectados del proceso actual para identificar las posibles causas del problema y las propuestas de mejora.	Duración: 4 Semanas.	Project Owner: Keylor Serrano.

Fuente: Escuela Ingeniería Industrial Universidad Hispanoamericana

### 3.4 Metodología para la implementación del proyecto.

Una vez definidas las acciones de mejora, se procedió a realizar una evaluación comparativa tiempos mediante gráficos que permiten evidenciar los cambios realizados con la implementación del presente proyecto.

Tabla 4. Estructura detallada para etapa "Implementación"

<b>Objetivo específico</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Descripción</b>	<b>Plazos</b>	<b>Responsables</b>
-Identificar cuáles son las estaciones de la línea 4 con la eficiencia	1. En base a la medición de tiempos, identificar las oportunidades	1. Gráfico de Capacidad mejorado.	Utilizar las herramientas para medición de rendimiento de proceso para medir la	Duración: 2 Semanas.	Project Owner: Keylor Serrano.

más baja y el número de operadores que utiliza en comparación con las estaciones de mejor rendimiento, para implementar las acciones propuestas.

s de mejora en cada etapa del proyecto.

2. Diagrama de Tendencias.

3. Diagrama de Pareto.

efectividad de las acciones implementadas.

---

*Fuente: Escuela Ingeniería Industrial Universidad Hispanoamericana*

### **3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados.**

Una vez aprobadas las acciones de mejora, mediante la documentación de cada fase se logró controlar la nueva forma de manejar cada etapa del proceso en estudio, creando así una estandarización que permite que cada colaborador que participa en el proceso conozca el cómo proceder y todos mantengan un mismo ritmo.

También la compañía se asegura que para nuevas contrataciones la eficiencia en el entrenamiento aumente, debido que cada nuevo colaborador va a contar con la documentación que le permitirá realizar sus tareas con un resultado optimo.

Entre las herramientas que se utilizan una vez implementado el proyecto para el control del proceso, se encuentran: reuniones de seguimiento, controles visuales, plan de entrenamiento, actualización contante de las hojas de trabajo estándar.

*Tabla 5. Estructura detallada para etapa “Mejorar”*

<b>Objetivo específico</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Descripción</b>	<b>Plazos</b>	<b>Responsables</b>
-Mejorar los procedimientos de la operación de la línea 4, estandarizan do los métodos eficientes para mejorar la capacidad de la producción de la línea.	1. Creación de una Hoja Estándar de Trabajo para estandarizar las acciones propuestas.	1. Hoja Estándar de Trabajo.	Se implementa la Hoja Estándar de Trabajo para a verificación, aseguramiento , control y seguimiento de resultados.	Duración: 2 Semanas.	Project Owner: Keylor Serrano. Departamento de Producción. Operadores de Línea.

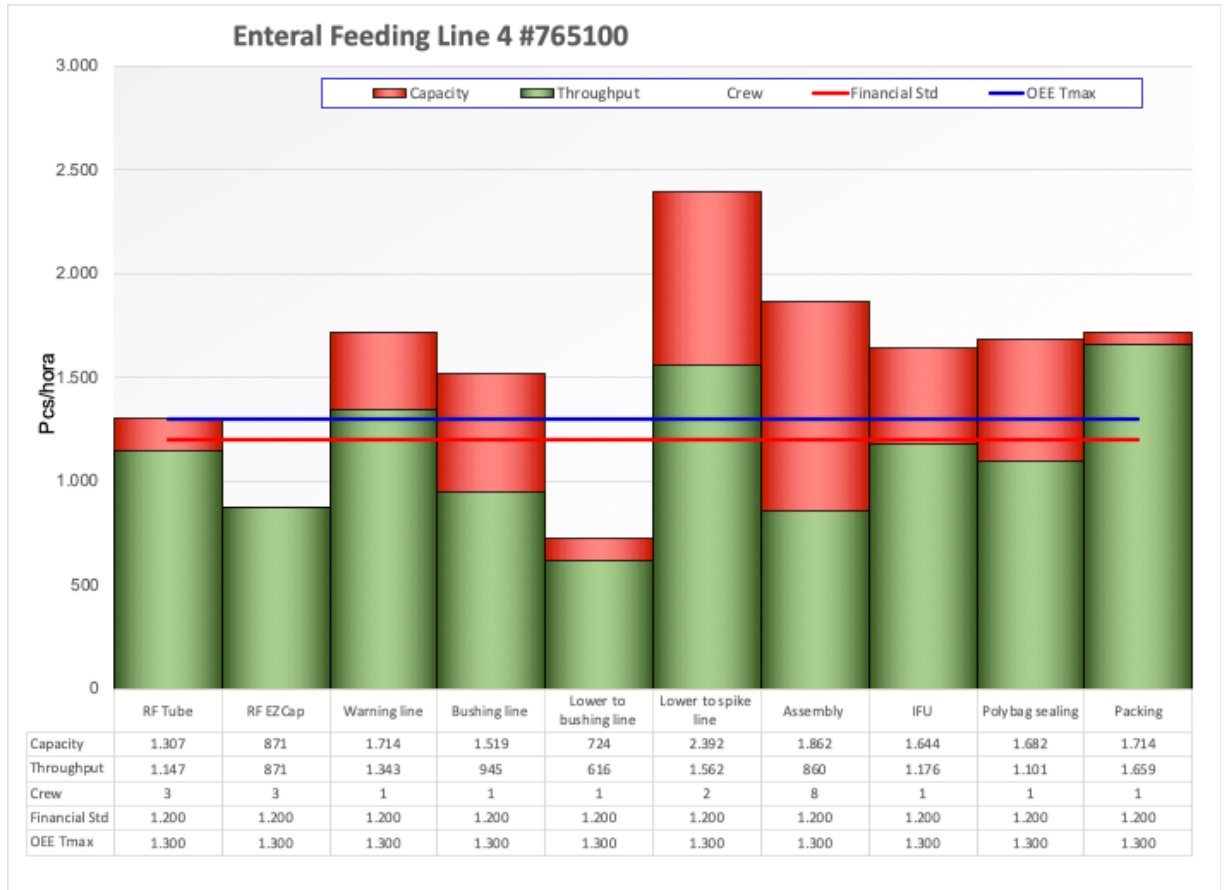
*Fuente: Escuela Ingeniería Industrial Universidad Hispanoamericana*

#### **IV. Análisis de causas raíz.**

#### 4.1 Descripción de la situación actual

Este capítulo está dividido en tres partes, donde se examina la situación presente y se exponen los hallazgos obtenidos. Los temas tratados en este capítulo corresponden a las fases de Medición y Análisis del enfoque DMAIC. Se incorporan datos numéricos que fundamentan el proyecto, junto con gráficos explicativos que ilustran y esclarecen el estado actual del proceso.

Figura 10. Capacity profile.



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico de la Figura 10 se aprecia la capacidad para cada una de las etapas en la línea de producción #4. El gráfico nos permite sacar las siguientes conclusiones:

- El área que requiere de más operadores es la de ensamble, con 8 operarios. Las estaciones de RF Tube y RF EZCap poseen 3 operarios cada una. La estación de Lower spike line requiere de 2 operadores. Las demás áreas poseen 1 operador.
- El área del problema que presenta una mayor capacidad es Lower Bushing Line con un valor de 2,392. Por otro el área con menor capacidad es la estación Lower to Bushing con 724, junto con la RF EZCap con una capacidad de 1.
- Para el Valor de Throughput tenemos que la estación con un mayor rendimiento de velocidad observada es Packing con un valor de 1,659. Por otro lado, las estaciones con menor valor de Throughput son la de Lower to Bushing con un valor de 616, la estación de Assembly con 860 y la estación de RF EZCap con 871.
- El valor de Financial Standard se mantiene en 1,2 para todo el proceso. A igual que el valor de OEE Tmax con 1,3.

En la Figura 11 se puede observar una imagen del producto en estudio que son las bolsas kangaroo debidamente terminadas.

*Figura 11. Vista preliminar las bolsas Kangaroo: RF tuve RZcap*

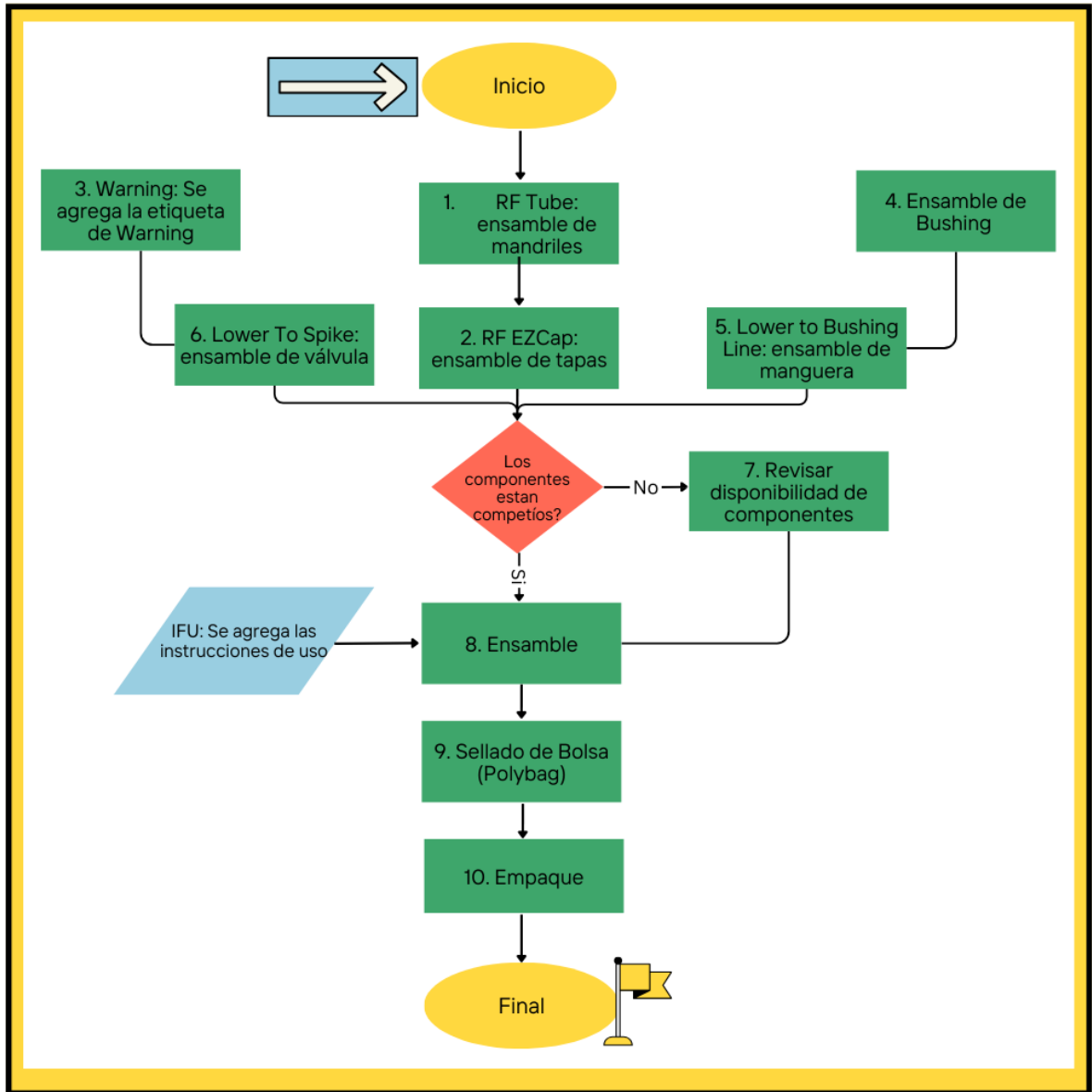


Fuente: Elaboración propia.

#### **4.2 Diagrama del proceso actual.**

A continuación, la Figura 12. Diagrama de Proceso nos explica el flujo de trabajo y el orden secuencial de las estaciones de trabajo, las cuales se van a explicar a continuación:

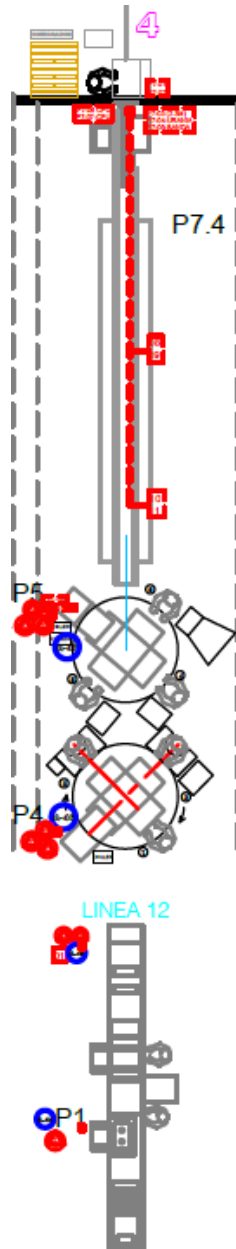
Figura 12. Diagrama de Flujo de Proceso.



Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente podemos ver una representación en la Figura 13. Layout del Proceso Línea 4, donde se aprecia la distribución física del proceso.

Figura 13. Layout del Proceso línea 4.



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.1 Estación RF TUBE.

En la estación RF Tube se ensambla los mandriles a la bolsa (polybag), mediante los siguientes 3 pasos (referirse a la figura 14):

**Paso 1:** El proceso comienza con la preparación de los mandriles. El operador sumerge primero seis mandriles en una esponja con silicona para luego colocar con cuidado el tubo sobre estos. Una vez que los tubos están correctamente ensamblados en los mandriles, se procede a colocarlos en el soporte (fixture) designado. Este preparativo es crucial para asegurar que los tubos estén listos para la siguiente fase.

**Paso 2:** Se lleva a cabo en la estación 2 de RF, donde un operador diferente se encarga de situar los mandriles ya con los tubos dentro de las bolsas correspondientes. Esta etapa es delicada y requiere precisión para evitar errores en el sellado posterior.

**Paso 3:** Tras completar la inserción de los tubos en las bolsas, la máquina rota, llevando el conjunto al operador de la estación 3 de RF. En esta fase, el operador ajusta las bolsas y los mandriles en los soportes y electrodos apropiados, asegurándose de alinear las bolsas con las marcas específicas en los mandriles, preparándolos para el proceso de sellado del tubo que sigue a continuación.

En esta etapa es importante señalar que la estación RF Tube puede sufrir paros técnicos, especialmente si las bolsas se adhieren entre sí después de salir de la integración, complicando la tarea para el operador. En caso de que este problema persista, se debe solicitar la colaboración del Op3 (Operador 3) de la línea para brindar apoyo y evitar la detención de la máquina RF Tube.

El tiempo aproximado para la realización de este proceso es de 17.63 segundos, lo que la convierte en una de las estaciones de trabajo de mayor duración, evidenciando necesidad de eficiencia y un requerimiento alto de destreza por parte de los operadores en cada etapa para mantener el flujo de producción y no incurrir en gastos de tiempos o paros de línea.

*Figura 14. Estación RF TUBE.*



Fuente: Elaboración propia

#### **4.2.2 Estación RF EZCAP.**

La estación RF EZCap tiene como objetivo principal el ensamble de las tapas llamadas EZCap a la bolsa, siguiendo los siguientes pasos (referirse a la figura 15):

**Paso 1:** El procedimiento comienza con una meticulosa revisión de los mandriles y electrodos para asegurar que estén en condiciones óptimas para el siguiente proceso.

**Paso 2:** Tomar cuatro tapas EZCap y colocarlas cuidadosamente sobre los mandriles. Una vez posicionadas, la maquina RF gira para continuar el proceso en la estación 2.

**Paso 3:** En la estación 2, el operador coloca dos bolsas en el lado izquierdo del dado. La precisión en este paso es crucial, ya que un mal posicionamiento puede afectar el sellado final.

**Paso 4:** La máquina rota hacia la estación 3, donde se colocan las dos bolsas restantes en el lado derecho del dado. Es esencial que el operador se asegure de que las bolsas estén completamente planas tanto en la parte superior como inferior del EZCap para garantizar un sellado adecuado.

**Paso 5:** Se lleva a cabo una inspección rigurosa del sellado de las bolsas para verificar su integridad y calidad. Si el sellado es satisfactorio, las bolsas se colocan en la banda transportadora para continuar con la siguiente fase del proceso de manufactura.

Se debe tener en cuenta que la estación RF EZCap puede experimentar interrupciones debido a problemas como un sellado débil o un sobresellado, lo que puede dificultar la inspección detallada por parte del operador sin hacer una pausa en el proceso. Si estos inconvenientes son persistentes, se debe solicitar la colaboración del Op3 (operador 3) de la línea para brindar soporte y realizar una inspección más minuciosa de los EZCap, permitiendo así que los ciclos continúen fluidamente sin interrupciones mayores.

El tiempo aproximado para completar este proceso es de 16.63 segundos.

Figura 15. Estación RF EZCAP.



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.3 Estación “Warning”.

En la estación 3 se realiza el etiquetado con la advertencia de “warning”, siguiendo los siguientes pasos (referirse a la figura 16):

**Paso 1:** El proceso inicia tomando un rollo de tubos y sacudiéndolo ligeramente para separar los tubos y hacerlos más manejables. Las etiquetas de advertencia se disponen sobre la mesa para facilitar el siguiente paso.

**Paso 2:** El operador toma varios "spikes" con una mano, y con la otra, toma uno por uno los "warning", realizando un movimiento coordinado y eficiente. Cada "warning" se sumerge en ciclohexanona, un paso crucial para preparar el ensamble del "warning" con el "spike". Este paso requiere de habilidad y destreza por parte del operador.

Al ensamblar el "warning" con el "spike", es fundamental asegurarse de que el tubo entre por completo en la cavidad del "spike" para garantizar un ensamble correcto y seguro. Este detalle es esencial para la integridad del producto y su adecuado funcionamiento.

**Paso 3:** Una vez completado un grupo de material ensamblado, este se coloca en la banda transportadora, que lo llevará a la siguiente estación de trabajo, manteniendo así el flujo continuo de la línea de producción.

El tiempo aproximado para completar un ciclo de este proceso es de 3.30 segundos, lo que subraya la importancia de la precisión y la rapidez en esta fase de la producción. El operador debe ser ágil y preciso para mantener la eficiencia de la línea y cumplir con los estándares de calidad requeridos.

*Figura 16. Estación "Warning"*



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4 Estación de Bushing.

Esta la estación tiene como objetivo el ensamblaje del bushing mediante los siguientes pasos (referirse a la figura 17):

**Paso 1:** el proceso inicia al tomar un rollo de tubos y agitarlo suavemente para que los tubos se separen entre sí, facilitando así su manejo individual. Una vez despegados, los tubos se colocan sobre la mesa de trabajo.

**Paso 2:** requiere que el operador tome los tubos uno por uno, en combinación con un bushing también seleccionado de forma individual. Cada tubo se coloca en el dispositivo de ensamblaje, conocido como Bushof, y posteriormente se sumerge en ciclohexanona. Este paso es crucial ya que la ciclohexanona actúa como un agente para preparar la superficie del tubo para el ensamblaje.

El montaje del bushing en el tubo debe realizarse con precisión; es vital asegurarse de que el tubo entre completamente en el bushing para garantizar un ensamble correcto. Este es un detalle crítico para la funcionalidad del producto, ya que un ensamble inadecuado podría resultar en defectos de manufactura o problemas en la aplicación final del dispositivo.

El tiempo aproximado para completar cada ciclo de ensamblaje en esta estación es de 4.79 segundos.

*Figura 17. Estacion de Bushing*



Fuente: Elaboración propia

#### **4.2.5 Estación Lower to Bushing.**

En la estación Lower to Bushing se ensambla la parte inferior de la bolsa con la línea del tubo (manguera), siguiendo los siguientes pasos (referirse a la figura 18):

**Paso 1:** El procedimiento inicia con la preparación de los materiales necesarios para el ensamblaje. El operador comienza tomando varios rollos de Operan Lower y los coloca con cuidado en la base de la máquina Pokafa. Esta máquina está diseñada para facilitar y asegurar el ensamblaje preciso de componentes pequeños y delicados como las válvulas y extensiones del bushing.

**Paso 2:** Con los rollos de Operan Lower ya en posición, el siguiente paso es colocar la válvula en la Pokafa. Acto seguido, el operador toma la extensión del bushing y la sumerge en ciclohexanona. Este paso es esencial, ya que la ciclohexanona

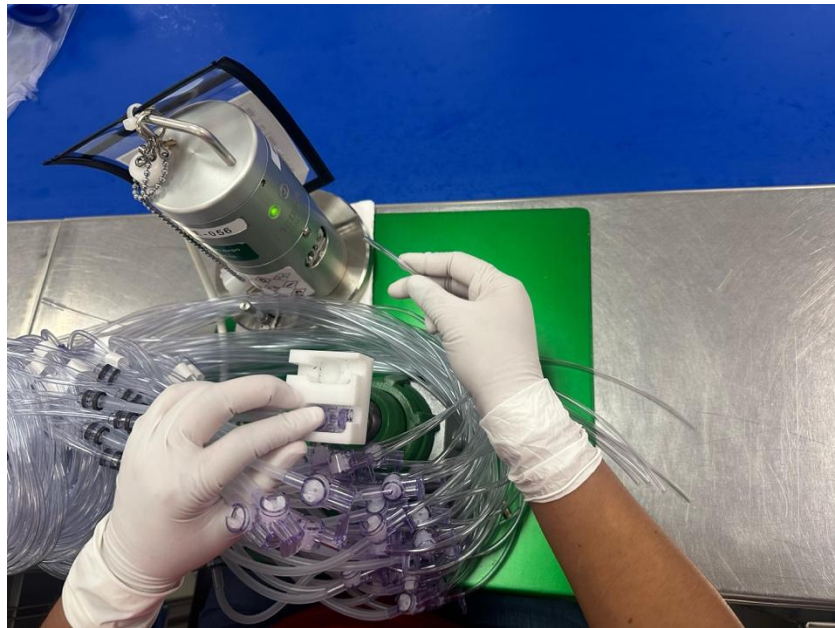
actúa como un solvente que prepara las superficies para el ensamblaje, permitiendo que las piezas se unan de manera efectiva.

**Paso 3:** El montaje de la extensión del bushing en la válvula se realiza con suma atención, asegurándose de que la extensión entre completamente en la válvula. Este detalle es de suma importancia para garantizar un ensamble correcto y funcional.

Un ensamble inadecuado podría comprometer la eficacia del dispositivo y llevar a fallas en su aplicación.

El tiempo estimado para completar este proceso es de 6.28 segundos por ciclo.

*Figura 18. Estación Lower to Bushing.*



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.6 Estación Lower to Spike.

En la estación Lower to Spike, se ensambla la línea del Spike a la válvula siguiendo estos pasos (referirse a la figura 19):

**Paso 1:** El operador comienza el proceso tomando varios rollos de Operan Lower que ya tienen la extensión del bushing ensamblada. Estos rollos se disponen cuidadosamente en la base del dispositivo Pokal V. La máquina Pokal V está diseñada para facilitar el ensamblaje y garantizar la precisión en la unión de las piezas.

**Paso 2:** Una vez que los rollos de Operan Lower están en su lugar, el siguiente paso implica colocar la válvula en la Pokal V. Luego, el operador toma una extensión del spike y la sumerge en ciclohexanona. Este solvente es vital en el proceso ya que prepara las superficies de contacto para el ensamblaje, permitiendo que se unan con seguridad y firmeza.

**Paso 3:** Con atención al detalle, el operador procede a ensamblar la extensión del spike en la válvula. Es crucial que la línea del spike entre por completo en la válvula para asegurar un ensamble correcto. Este paso es esencial para la integridad funcional del dispositivo, ya que un ensamble inadecuado podría llevar a fallas operativas o de seguridad.

El tiempo de ciclo para este proceso es de aproximadamente 6.38 segundos.

*Figura 19. Estación Lower to Spike.*



**Fuente:** elaboración propia

#### **4.2.7 Estación IFU.**

En la estación IFU o instrucciones de uso se agregan al producto con los siguientes pasos (referirse a la figura 20):

**Paso 1:** El proceso comienza tomando el Instrucciones para Uso (IFU) y la etiqueta del paciente, que son elementos cruciales para la información y la trazabilidad del producto.

**Paso 2:** El operador introduce cuidadosamente el IFU en la bolsa de plástico, una acción que parece sencilla, pero requiere precisión para no dañar el documento ni la bolsa. Es esencial asegurarse de que la etiqueta del paciente quede bien colocada

detrás del IFU, no solo por cuestiones de presentación, sino también para asegurar que la información del paciente esté claramente visible y accesible sin tener que retirar completamente el IFU de la bolsa.

Este detalle de la colocación de la etiqueta es un estándar que debe cumplirse en cada ciclo para mantener la consistencia y la calidad del proceso de empaquetado. El tiempo de ciclo para esta operación es de 3.76 segundos, lo que indica que, aunque el paso es rápido, no hay margen para el error, y se debe mantener la concentración para que la colocación sea la correcta en cada ocasión.

El mantenimiento de un ritmo constante y preciso en la estación IFU es esencial para el flujo eficiente de la línea de ensamblaje.

Figura 20. Estación IFU



Fuente: elaboración propia

#### 4.2.8 Estación Assembly.

En la estación de ensamblaje se une la bolsa o polibag a la línea (manguera) de alimentación (referirse a la figura 21):

**Paso 1:** El proceso inicia con la preparación de la línea. El operador debe tomar la línea con el cap hacia adentro y girarla tres veces en la dirección de las agujas del reloj. Este movimiento es diseñado para asegurar que la línea del bushing quede expuesta y fácil de manipular con los dedos una vez que está enrollada.

**Paso 2:** El operador toma una bolsa, colocándola con la impresión hacia abajo, y procede a insertar el extremo del bushing en un baño de ciclohexanona. La ciclohexanona es utilizada para preparar las superficies de contacto y facilitar el ensamblaje del bushing en el tubo de la bolsa.

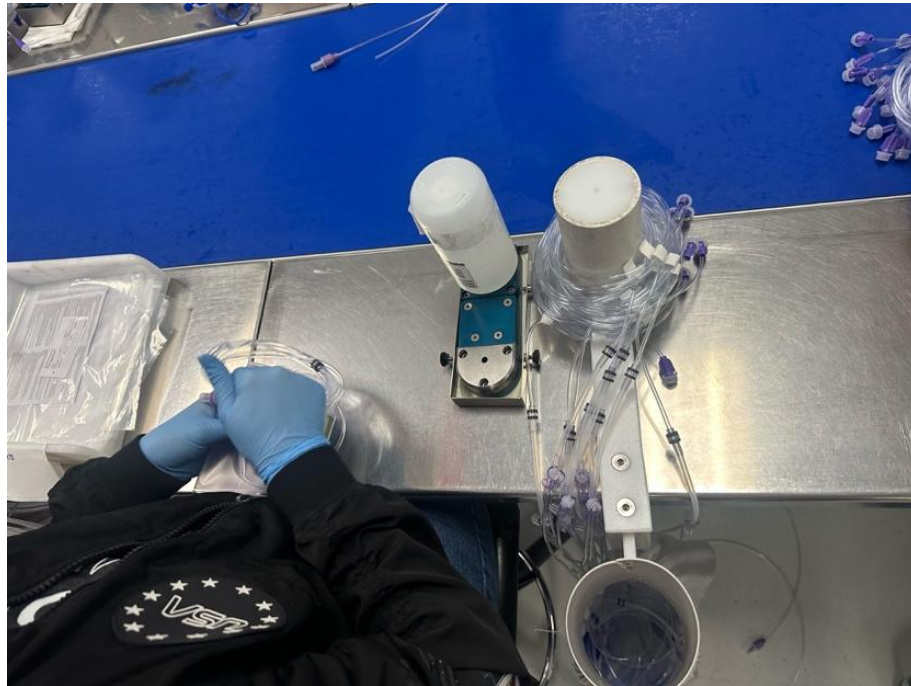
**Paso 3:** Después de sumergir el bushing en ciclohexanona, se realiza el ensamblaje del bushing en el tubo de la bolsa. Una vez completado este paso, el operador dobla la bolsa de tal manera que cubra la extensión de la línea. Luego, se sitúa esta extensión en la parte correspondiente al ezcáp de la bolsa.

**Paso 4:** se coloca el producto ya ensamblado en la bolsa del IFU, asegurándose de que esté sobre la etiqueta del paciente, lista para su posterior uso o inspección.

Es importante señalar que durante el proceso pueden surgir interrupciones. Por ejemplo, las bolsas pueden adherirse entre sí después de la integración, dificultando la manipulación por parte del operador. En caso de que estos problemas sean recurrentes y obstaculicen el flujo de trabajo, se debe pedir la colaboración del Op3 de la línea para brindar apoyo y evitar detenciones innecesarias en la estación.

El tiempo de ciclo para completar todas las operaciones en esta estación es de aproximadamente 18.78 segundos.

Figura 21. Estación Assembly.



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.9 Estación Polybag Sealing.

En la estación Polybag Sealing se busca sellar la bolsa con los siguientes pasos (referirse a la figura 22):

**Paso 1:** El proceso inicia con la verificación de las condiciones operativas de la maquinaria. El operador debe primero asegurarse de que tanto la temperatura como la velocidad de la selladora estén ajustadas adecuadamente, ya que estos parámetros son cruciales para lograr un sellado efectivo y seguro del producto.

**Paso 2:** Una vez que se ha confirmado que la selladora está calibrada correctamente, el operador procede a tomar una bolsa y realiza una inspección rápida

para verificar que contenga todos los componentes necesarios. Esta etapa de control de calidad es esencial para asegurar que no haya omisiones o errores antes del sellado final.

**Paso 3:** Con la bolsa completa, el operador la introduce cuidadosamente en la banda de la máquina selladora, en este caso denominada Urania, posicionándola de la manera correcta para que el sellado sea uniforme y completo. La correcta colocación de la bolsa es fundamental para evitar sellados deficientes que puedan comprometer la protección del producto o su presentación.

El tiempo de ciclo para cada sellado en esta estación es de 4.80 segundos. Un sellado adecuado es esencial para el proceso de empaquetado, ya que de ello depende la conservación y seguridad del producto hasta que llegue a manos del cliente final.

Figura 22. Estación Polybag Sealing.



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.10 Packing.

En la estación de Packing, el proceso está claramente definido y debe seguirse con precisión para garantizar que el producto final esté listo para el envío. Aquí está el procedimiento detallado (referirse a la figura 23):

**Paso 1:** El operador comienza tomando la etiqueta y la pega cuidadosamente a un costado de la caja. Este paso es importante para la identificación y el rastreo del producto durante el envío y en el inventario del cliente.

**Paso 2:** El operador procede a armar una parte de la caja. Debe hacerlo de manera que quede bien conformada y lista para ser llenada con las bolsas del producto.

**Paso 3:** Con la caja armada, se sella la base con cinta adhesiva. Este sellado debe ser seguro y firme para sostener el peso del contenido y evitar que la caja se abra durante el manejo.

**Paso 4:** Después de sellar la base, la caja se voltea para empezar a llenarla con las bolsas. El operador introduce las bolsas de cuatro en cuatro, colocándolas de manera ordenada y eficiente hasta alcanzar la cantidad exacta de 30 bolsas por caja.

**Paso 5:** Una vez que la caja está completa, se cierra y se sella por la parte superior. Este sellado es tan importante como el inferior, ya que protege el contenido durante el transporte.

**Paso 6:** La caja llena y sellada se pesa para verificar que el peso sea el correcto, lo que puede indicar que la cantidad de bolsas es la adecuada y que no hay ausencias ni excesos.

**Paso 7:** Finalmente, la caja se coloca en la tarima de carga, lista para ser transportada al área de almacenamiento o envío directo al cliente.

Es crucial que cada caja contenga exactamente 30 bolsas, cumpliendo con los requisitos del pedido y asegurando la consistencia para el cliente final.

El tiempo de ciclo para completar esta operación es de 2.17 segundos, lo que sugiere que el proceso debe ser muy eficiente y que el operador debe ser rápido y

preciso en el embalaje para mantener el flujo constante de producción y cumplir con los objetivos de tiempo de la línea de empaque.

*Figura 23. Estación Packing.*



Fuente: Elaboración propia

### **4.3 Estudio De Tiempos Actuales.**

Para el cálculo del tamaño de muestra se realizó un muestreo, en el cual se tomaron tiempos para las 10 operaciones de la línea de producción: RF Tube, RF EZCap, Bushing, Warning, Ensamble de Bushing, Lower to Bushing, Warning, Lower to Spike, Lower Bushing, IFU, Ensamble, Sellado de bolsa, Empaque.

Con esos tiempos de cada operación, se tomó el promedio de cada uno, el mejor tiempo observado y la desviación estándar de cada uno. Se decide tomar la mayor desviación estándar del muestreo.

Para confirmar que ese “n” para el pre-muestreo aportó datos significativos, se realiza una estimación de tamaño de muestra en Minitab, la cual se puede observar en la Figura 24, en donde se utiliza por medio de la desviación estándar y se utiliza el 0.9893 encontrado en el pre-muestreo, se coloca el margen de error en referencia de esa desviación estándar encontrada y se establece un aproximado de 0.90.

*Figura 24. Datos utilizados para tamaño de muestra por estimación*

#### Method

Parameter	Standard deviation
Distribution	Normal
Standard deviation	0.9893
Confidence level	95%
Confidence interval	Two-sided

Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior dando como resultado un tamaño de muestra de 10. Lo cual se observa en la Figura 25.

*Figura 25. Resultado de tamaño de "n" para muestreo*

#### Results

<u>Margin</u>	
<u>of Error Sample Size</u>	
0.9	10

Fuente: Elaboración propia.

Ese tamaño de muestra encontrado confirma que el muestreo realizado de 15 datos fue suficientemente significativo ya que el mínimo recomendado era de 10 datos.

Por otro lado, ahora se desea calcular el tamaño de muestra definitivo para el estudio de tiempos, es por ello por lo que se utiliza la ecuación 1. para el cálculo de “n”.

$$n = \left( \frac{z_{\alpha/2} * \sigma}{ME} \right)^2 \quad 1.1$$

Donde  $z_{\alpha/2}$  es el z de Alpha medios,  $\sigma$  es la desviación estándar y  $ME$  es el margen de error. Al sustituir las variables por sus valores, se obtiene el siguiente resultado de la ecuación.

En la tabla 6. Estudio de Tiempos se realiza un resumen del tiempo estándar para cada fase del proceso en la línea de producción número 4:

Tabla 6. Estudio de tiempos.

<b>ESTACIÓN DE TRABAJO</b>	<b>TIEMPO ESTÁNDAR (seg)</b>
RF TUBE	17,63
RF EZCAP	16,63
WARNING	3,30
BUSHING	4,79
LOWER TO BUSHING	6,28
LOWER TO SPIKE	6,38
IFU	3,76
ASSEMBLY	18,78
POLYBAG SEALING	4,80
PACKING	2,17
<b>Desviación estándar</b>	<b>6,51</b>

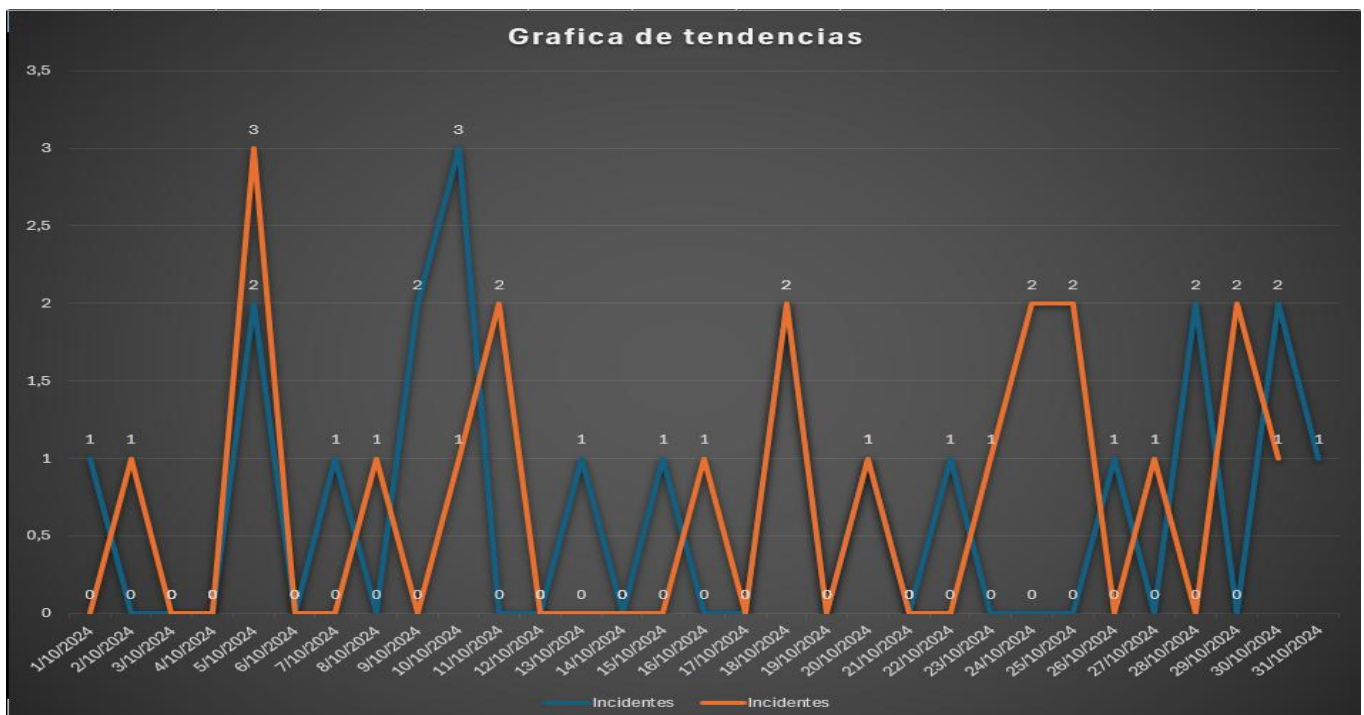
Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede apreciar que la actividad de mayor duración se lleva a cabo en la estación ASSEMBLY con una duración de 18.78, seguido por la actividad en la estación RF TUBE con 17,63 segundos y la estación RF EZCAP con 16.63 segundos. Estas 3 áreas presentan una duración considerablemente mayor a las demás estaciones de trabajo.

#### 4.4 Gráfico de tendencias.

A continuación, en la Figura 26. Gráfico de tendencias se analizan los incidentes o no conformidades tapa sobre sellada o sellado débil desde el 1/9/2024 al 31/10/2024:

Figura 26. Gráfico de tendencias.



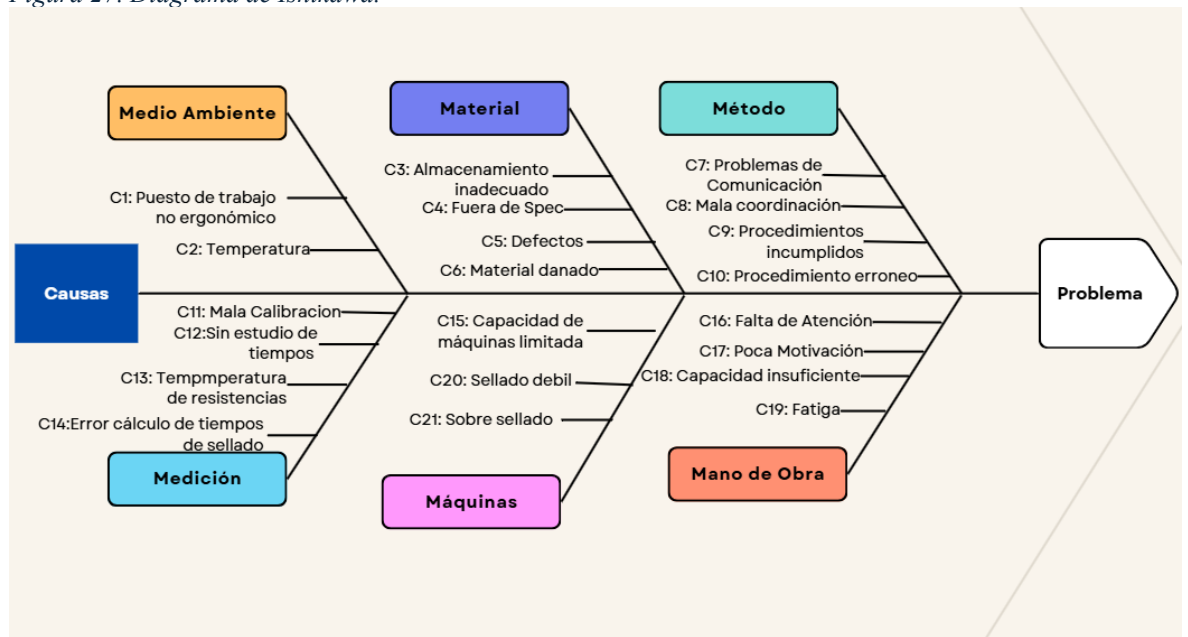
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 26. Grafica de Tendencias muestra todas las No conformidades/eventos relacionados al proceso bajo estudio con el objetivo de destacar el nivel de eventos con tapa sobre sellada o sellado débil, más conocidos como Non-conformidades de proceso. Esto nos permite ver la cantidad de desviaciones y demoras en el flujo de proceso, lo cual afecto tanto la capacidad del proceso como los niveles de scrap.

#### 4.5 Diagrama de Ishikawa.

A continuación, se ilustra un diagrama de Ishikawa (ver Figura 27. Diagrama de Ishikawa) con el objetivo comprender de manera integral los factores que pueden estar contribuyendo a un problema específico en el proceso bajo análisis. Esta herramienta visual facilita el análisis de causas y efectos, permitiéndonos identificar, clasificar y abordar las distintas variables que inciden en la calidad o eficiencia de un sistema.

Figura 27. Diagrama de Ishikawa.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se desarrollan las 6 áreas que componen el diagrama de Ishikawa y se desarrollan las causas encontradas para determinar cuáles contribuyen directa o indirectamente con el problema:

#### **4.5.1. Medio ambiente:**

**C1 Puesto de trabajo no ergonómico:** Las estaciones de trabajo pueden no estar diseñadas para maximizar la comodidad y eficiencia de los operadores, lo que puede conducir a una fatiga aumentada y a una menor productividad.

**C2 Temperatura:** Condiciones de temperatura inadecuadas podrían afectar tanto a los trabajadores como al proceso de fabricación, potencialmente dañando los materiales o alterando las condiciones requeridas para la producción.

#### **4.5.2. Material:**

**C3 Almacenamiento inadecuado:** Si los materiales no se almacenan correctamente, pueden sufrir daños o degradarse, lo que afecta la calidad del producto final.

**C4 Fuera de especificación:** El uso de materiales que no cumplen con las especificaciones necesarias podría resultar en una desviación, fallo o paro de producción, lo cual afecta directamente la productividad de la línea.

**C5 Defectos:** Materiales defectuosos que entran en la línea de producción pueden llevar a una menor eficiencia y aumentar el índice de scrap en la línea.

**C6 Material dañado:** El uso de material dañado en la producción puede llevar a fallos en el producto final y a un aumento en el rechazo de la calidad.

#### 4.5.3. Método:

**C7 Problemas de comunicación:** La falta de comunicación clara puede llevar a errores y a una comprensión equivocada de los procedimientos o expectativas, incurriendo en errores a la otra de aplicar los procedimientos.

**C8 Mala coordinación:** Una coordinación deficiente entre los miembros del equipo puede resultar en ineficiencias y tiempos de inactividad.

**C9 Incumplimiento de procedimientos:** No seguir los procedimientos establecidos puede llevar a errores y variabilidad en la producción.

**C10 Procesamiento erróneo:** Errores en el proceso de manufactura pueden ser un factor importante en la disminución de la eficiencia.

#### 4.5.4. Medición:

**C11 Mala calibración:** Equipos mal calibrados pueden producir datos incorrectos que afectan la calidad y la toma de decisiones.

**C12 Sin estudio de tiempos:** La falta de datos precisos sobre el tiempo que toma cada proceso puede impedir la identificación de cuellos de botella y la mejora de la eficiencia.

**C13 Temperatura de resistencias:** Si las resistencias en los equipos no operan a la temperatura correcta, esto puede afectar la calidad del producto.

**C14 Error de cálculo en los tiempos de sellado:** Un cálculo erróneo en los tiempos necesarios para sellar productos puede llevar a fallos o ineficiencias.

#### **4.5.5. Máquinas:**

**C15 Capacidad de máquinas limitada:** Si las máquinas Rf Ezcab no tienen la capacidad para manejar la carga de trabajo, esto puede crear cuellos de botella y retrasar la producción, ya que, de las 10 estaciones del proceso de Línea 4 posee el menor valor de índice Capacidad (referirse a la Figura 1. Capacity Profile), tienen una capacidad predeterminada, como se aprecia en dicha figura.

#### **4.5.6. Mano de obra:**

**C16 Falta de atención:** La falta de atención por parte de los operadores puede llevar a errores que afecten la calidad y la producción.

**C17 Poca motivación:** La motivación insuficiente puede disminuir la eficiencia y la calidad del trabajo del operador, directamente relacionado a la productividad de la línea.

**C18 Capacitación insuficiente:** Operadores sin la formación adecuada pueden no ser capaces de realizar sus tareas de manera eficiente, incurrir en errores,

incumplimiento de procedimientos, desviaciones de calidad y un aumento en el tiempo estándar de la estación de trabajo.

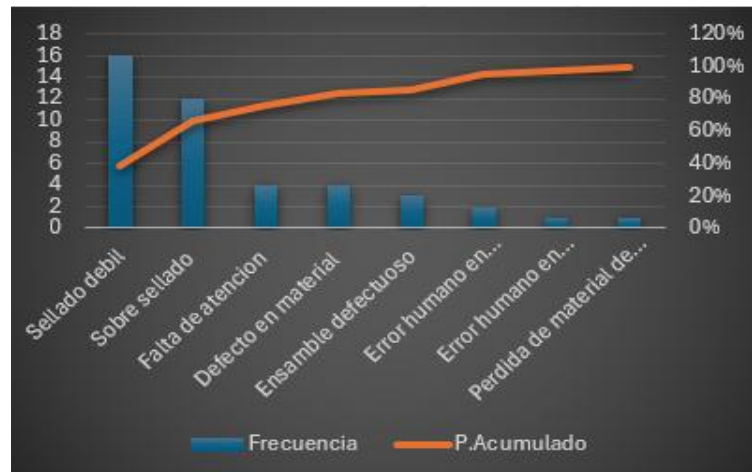
**C19 Fatiga:** La fatiga puede llevar a una disminución en la atención y en la habilidad para realizar el trabajo de forma eficiente.

#### **4.6 Diagrama de Pareto**

A continuación, el diagrama de Pareto ilustra las categorías más importantes de problemas que se han registrado, de las 19 causas encontradas solo las siguientes tienen eventos asociados y se relacionan en la Tabla 7, Diagrama de Pareto para facilitar el entendimiento del origen del problema relacionado a su frecuencia y probabilidad acumulada con el objetivo de identificar las causas de mayor incidencia.

Tabla 7. Diagrama de Pareto.

Causas Ishikawa asociada	Frecuencia	P. Acumulado
C20 sellado débil	16	38%
C21sobre sellado	12	67%
C16:Falta atención	4	76%
C5:Defectos	4	83%
C10.Procediemto erroneao	3	86%
C16:Falta de atencion	2	95%
C19: Fatiga	1	98%
C17 y C18:Capacidad insuficiente	1	100%



Fuente: Elaboración propia.

A partir de los datos, las dos principales categorías de problemas que más incidencia tienen son el "Sellado Débil" y el "Sobre Sellado", con frecuencias de 16 y 12 respectivamente. Estos dos problemas constituyen más de la mitad (54,25%) del total de problemas registrados, lo que indica que las cuestiones relacionadas con el sellado son áreas críticas que requieren atención inmediata.

La "Falta de Atención" y el "Ensamble Defectuoso" son las siguientes categorías más frecuentes, con 4 y 3 incidencias respectivamente, y cuando se

combinan, representan un 83,33% del total acumulado. Esto sugiere que después de los problemas de sellado, los errores humanos y los problemas en el ensamblaje son las áreas más problemáticas.

Los problemas restantes, como "Defecto en Material", "Error Humano Etiqueta", "Error Humano Empaque" y "Pérdida de Material de Empaque", tienen menor frecuencia, pero en conjunto suman hasta el 100% de los problemas registrados.

Al interpretar el gráfico de líneas que muestra el porcentaje acumulado, se puede ver que la curva se aplana después de las primeras cuatro categorías, lo que indica que las siguientes categorías tienen una menor contribución al total de problemas.

Para mejorar la eficiencia y la calidad del proceso de producción, las acciones correctivas deben centrarse en primer lugar en los problemas de sellado, ya que su mejora tendrá el mayor impacto en la reducción del total de defectos. La formación del personal en técnicas de atención y ensamblaje podría abordar las siguientes dos categorías más frecuentes. Por último, aunque menos frecuentes, los defectos en el material y los errores humanos en la etiqueta y el empaque no deben ser ignorados, ya que la mejora continua requiere atención a todos los aspectos del proceso.

## 4.7 Conclusiones del análisis de causas

4.7.1. Como resultado de análisis de las causas que impacten el proceso de Enteral Feeding podemos concluir lo siguiente:

La estación de trabajo de RF EzCap el tiempo de ciclo es mayor al establecido por la validación y el proceso calificado. De acuerdo al estándar validado es de 14seg y se evaluado es de 16seg para un total de diferencia del 14%.

Esta diferencia del 14% encontrada en los tiempos de ciclo implica un aumento en los defectos de la calidad del producto, identificando que los defectos de sellado débil y sobre sellado se deban a este aumento de dos segundos del tiempo de ciclo que esta por encima de ideal validado.

Se realiza un análisis de capacidad en la línea 4. En este análisis se detecta que hay un exceso de personal en la estación de doblado la cual no impacta en la cantidad de piezas producidas, debido a que las operaciones realizadas no mejoran con la cantidad de personal evaluado. lo que causa que un aumento innecesario del costo operativo en el proceso. Bajo el uso de herramientas como Estudio de tiempos, análisis de capacidad, Pareto se logra concluir lo siguiente:

1. Errores relacionados a la manufactura de los dispositivos: Mediante recorridos gemba se idéntica que cuando el material avanza hasta la estación del empaque este tiene que ser vuelto porque su ensamble es incorrecto o carece de componentes.

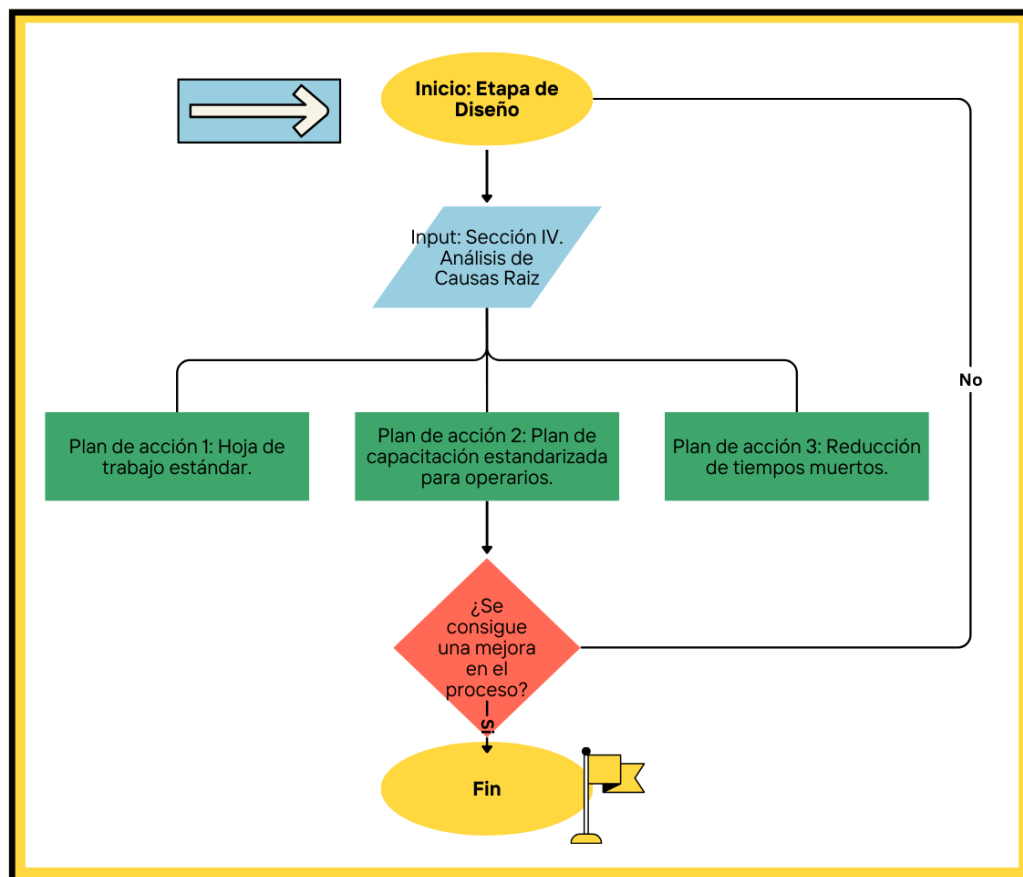
2. Falta de estandarización de métodos de trabajo: Durante la toma de tiempos a las estaciones de trabajo se identifica que los tiempos en las estaciones son diferentes en promedio de 2 segundos esto debido a que cada uno de los colaboradores realiza las tareas de manera distinta.
3. Carencia de ayudas visuales como hojas de trabajo estándar y balances de línea: al realizar recorridos gemba en la línea se identifica que no se cuenta con ayudas visuales en la línea ni hojas de trabajo estándar, además de que los líderes de la línea no realizan los balances de línea de acuerdo al personal que tienen en la misma.
4. No se cuenta con identificación visible de los cuellos de botella de la línea: en la línea las estaciones que son cuello de botella no cuentan con su respectiva rotulación, en la cual se pueda ver reflejada cual debe de ser su producción y tiempo de ciclo.
5. Errores relacionados a Mano de obra (referirse a la Figura 27. Diagrama de Ishikawa), debido a la falta de estandarización y ayudas visuales como una hoja de trabajo estándar, así como también balances de línea e identificación de cuello de botellas

## **V. Diseño e implementación de la solución.**

## 5.1. Etapa Diseño

De acuerdo con la metodología definida en el marco metodológico, el recurso que se utiliza para elaborar las propuestas son las discusiones con el personal del área y la lluvia de ideas. Las propuestas de mejora se definen en conjunto con las actividades necesarias para la ejecución. Posteriormente, se realiza un Standard Work que involucra todas y cada una de las acciones en los procesos de trabajo. Para este proyecto se enlistan en la figura 28 los planes de acción, los cuales se desarrollarán más adelante:

Figura 28. Diagrama de Flujo de Propuestas de Mejora



Fuente: elaboración propia.

Las acciones se enlistan en la tabla 8 y como se puede apreciar adicional a las causas de Error humano se enlista la causa C10, la cual está relacionada a “Procedimientos erróneos” descrita en la figura 27. Diagrama de Ishikawa y la cual hace referencia al no seguimiento de los procedimientos por parte del personal y las soluciones propuestas a cada causa:

*Tabla 8. Soluciones Propuestas.*

Principales Causas	Soluciones propuestas
C20: Sellado débil	Plan de acción 3: reducción de tiempos muertos
C21: Sobre sellado	
C10: Procedimiento Erróneo	Plan de acción 2: Plan de capacitación estandarizada para operarios.
C18: Capacitación insuficiente	
C17: Poca motivación	Plan de acción 1: Hoja de Trabajo Estándar

Fuente: elaboración propia.

### **5.1.1 Plan de acción 1: Hoja de trabajo estándar.**

Mediante la hoja de trabajo estándar se pretende estandarizar un único método de trabajo en cada estación, ya que todos los trabajadores operan de manera distinta y los tiempos de trabajo de cada uno son diferentes, con esta hoja de trabajo estándar se busca obtener el mejor método y el mejor tiempo para así poder replicarlo en todos los turnos y en cada uno de los operadores esperando así obtener una mejora considerable en los tiempos de producción llegando a la cantidad de producción de piezas por hora.

El principal objetivo de esta propuesta es reducir la variabilidad operativa y mejorar la eficiencia en las estaciones de la línea 4 mediante la estandarización del trabajo con hojas estructuradas.

#### **Justificación técnica**

El análisis de tiempos evidenció diferencias importantes entre operadores. La estandarización asegura que todos sigan el mismo método óptimo, minimizando tiempos muertos y errores operativos.

#### **Actividades sugeridas**

- Analizar el mejor tiempo y método por estación según el estudio de tiempos.
- Crear una hoja de trabajo estándar por estación.
- Validar los métodos mediante prueba piloto con dos operarios por estación.
- Entrenar a todos los operadores con base en las hojas.
- Monitorear la adherencia al método mediante observaciones en Gemba.

**Herramientas aplicadas**

- Estudio de tiempos y movimientos.
- Hojas estándar

**Indicadores de seguimiento**

- Tiempo de ciclo dentro del rango validado
- Índice de cumplimiento del método.
- Disminución en errores por variación de procedimiento.

**Resultados esperados**

- Reducción de tiempos
- Aumento de productividad.

**5.1.2 Plan de acción 2: Plan de capacitación estandarizada para operarios.**

El presente plan de capacitación estandarizada está diseñado como una herramienta estratégica para optimizar el desempeño de los operarios en la línea de producción 4. Su objetivo principal es alinear las competencias del personal operativo con los estándares de calidad, eficiencia y seguridad establecidos por las propuestas de mejora, promoviendo una cultura de mejora continua y reduciendo la variabilidad en los procesos productivos.

El plan se estructura en módulos progresivos que abordan tanto habilidades técnicas como competencias blandas. Entre los contenidos se incluyen: conocimientos específicos sobre maquinaria y equipos, procedimientos operativos, buenas prácticas de manufactura, seguridad ocupacional, resolución de problemas y trabajo en equipo. Cada módulo integra componentes teóricos y prácticos, facilitando el aprendizaje experiencial y la aplicación directa en el entorno laboral.

El principal objetivo de esta propuesta es mejorar la eficiencia y calidad del trabajo en la línea 4 mediante un programa estructurado de capacitación y estandarización del entrenamiento para nuevos y actuales operarios.

### **Justificación técnica**

El éxito de las mejoras implementadas en estaciones críticas y en la estandarización de procesos depende de la correcta ejecución por parte del recurso humano. El diagrama de Ishikawa ya identificaba como causas relevantes el incumplimiento de procedimientos, falta de comunicación y procesamiento erróneo (causas C7, C8 y C9). Capacitar adecuadamente al personal garantiza una comprensión clara del método estándar, reduce el retrabajo y aumenta la velocidad de adaptación de nuevos operarios, especialmente en una planta que está creciendo aceleradamente.

### **Actividades sugeridas**

- Diagnóstico de brechas de conocimiento en operarios actuales.
- Desarrollo de un manual visual por estación (basado en las hojas estándar).

- Implementación de sesiones de entrenamiento teórico-práctico por grupo de estaciones.
- Creación de un programa de inducción para nuevos colaboradores.
- Evaluaciones prácticas de desempeño antes de validar a un operario en línea.
- Entrenamiento cruzado para rotación eficiente entre estaciones.

### **Herramientas aplicadas del proyecto**

- Hojas de trabajo estándar
- Controles visuales
- DMAIC – Fase de Controlar.
- SMART-ARTS (modelo para gestión organizacional centrado en relaciones y actitud).

### **Indicadores de seguimiento**

- Porcentaje de operarios certificados por estación.
- Tiempo de adaptación de nuevos colaboradores.
- Disminución de errores por incumplimiento de procedimiento.
- Resultados de evaluaciones prácticas post-capacitación.

### **Resultados esperados**

- Reducción de errores por falta de conocimiento.
- Estandarización de criterios entre operarios.
- Aumento de la eficiencia operativa en nuevas contrataciones.
- Mayor rotación flexible entre estaciones ante ausencias o sobrecarga.

#### **5.1.2 Plan de acción 3: Reducción de tiempos muertos.**

Este plan consiste en identificar, clasificar y eliminar los principales tiempos muertos en la línea 4 para mejorar el flujo continuo, reducir desperdicios y aumentar la productividad diaria.

#### **Justificación técnica**

Según el marco teórico de la tesis, los tiempos muertos son actividades que consumen recursos sin agregar valor al producto final (Valerio Zambrana, 2018). El análisis de tiempos por estación (Tabla 6) y el capacity profile revelaron diferencias significativas en los tiempos de ciclo entre estaciones, lo cual sugiere desequilibrios en la línea y tiempos ociosos entre tareas. Además, el diagrama de Ishikawa (Figura 27) identifica causas como falta de coordinación, procesamiento erróneo y problemas de máquina, todos asociados a la generación de tiempos muertos.

### **Actividades sugeridas**

- Realizar un análisis de observación directa (Gemba Walk) para identificar momentos de espera entre estaciones.
- Clasificar los tiempos muertos en tres categorías: espera por materiales, por máquina, y por operador.
- Aplicar técnicas de mejora rápida (Kaizen) para eliminar actividades sin valor agregado.
- Reequilibrar tareas entre estaciones según el estudio de tiempos (balance de línea).
- Implementar controles visuales para gestionar mejor la secuencia y ritmo del trabajo.
- Actualizar hojas de trabajo estándar con mejoras que minimicen el tiempo ocioso.

### **Herramientas aplicadas del proyecto**

- Tiempos muertos y desperdicios de movimiento.
- Balance de línea.
- Estudio de tiempos y capacity profile.
- DMAIC – fases “Medir”, “Analizar” y “Mejorar”.
- Gráficos de tendencia y Pareto (para priorización de causas).

### **Indicadores de seguimiento**

- Tiempo promedio de inactividad por estación.
- Porcentaje de reducción de tiempos muertos respecto al tiempo total.

- Eficiencia de línea (cajas/hora).
- Tiempo de ciclo balanceado entre estaciones.

### **Resultados esperados**

- Reducción de hasta un 15% en tiempos muertos.
- Mejor balance entre estaciones.
- Flujo continuo y menor acumulación de trabajo en proceso.
- Mayor motivación y claridad para los operarios.

Estas propuestas van a ser entregada al equipo gerencial de la empresa Cardinal Health para una posible implementación una vez que el año fiscal cierre y los objetivos sean colocados por departamento para ser cumplidos en el año fiscal entrante.


## **5.2 Etapa de Implementación**

### **5.2.1. Implementación: Hoja de Trabajo Estándar.**

La hoja menciona la cantidad de piezas por ciclo, el tiempo de ciclo por unidad, cantidad de operarios por estación, el tiempo de ciclo de cada máquina, los pasos de cada operación y las notas adicionales. Esto permite estandarizar, monitorear y documentar los procesos implementados que le permiten a proceso de Línea 4 (aplica para las otras líneas de producción) cumplir con las métricas establecidas relacionadas

a la capacidad del proceso. A continuación, la tabla 9. Formato de Hoja de trabajo estándar muestra el formulario de la herramienta creada para implementar el plan de acción 1.

Tabla 9. Formato de Hoja de trabajo estándar.

HOJA DE TRABAJO ESTÁNDAR					
Estacion de trabajo					
Línea de trabajo - Documentos referenciados:		Código	Operadores por estacion:		Produccion por hora:
Focus Factory:		Area	Tiempo de Ciclo (TC):		Unidades por ciclo:
No.	Pasos de la operación	TC (seg)			Nota adicionales
		OP	TM	TR	
1					
<b>Total:</b>					
Aprobado por: _____		Fecha: _____			
Firma Supervisor de Producción					

Esta hoja de trabajo estándar es ayuda para el flujo del producto solamente. Consulte la(s) instrucción(es) de trabajo normale(s) (GOI's) con referencias cruzadas en el documento de los requisitos mínimos para el/los proceso(s).

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 10. Procedimiento de llenado para hoja de trabajo estándar se muestran los pasos a seguir para completar la información de la herramienta implementada, lo cual permite al usuario entender el paso a paso y la información requerida para completar correctamente la información.

*Tabla 10. Procedimiento de llenado para hoja de trabajo estándar*

Procedimiento de llenado para hoja de trabajo estándar.	
Objetivo	El objetivo de esta hoja de trabajo estándar es poder documentar información importante sobre cada una de las estaciones de trabajo de la línea, así como también tiempos de ciclo o parámetros importantes sean críticos o de referencia en cada una de las estaciones que se requiera.
Alcance	Esta hoja de trabajo estándar se utilizará en cada una de las estaciones de trabajo de la línea sin excepción alguna, en todas las estaciones de manufactura, en la cuales se van tiempos de ciclo de máquina, tiempos de ciclo de operador, paso de trabajo en la operación, unidades que se deben manufacturar por hora, notas adicionales al proceso y una imagen del proceso para hacer más claro el entendimiento de estas hojas.
Responsabilidades	Para ejecutar esta hoja de trabajo estándar se debe de realizar en conjunto con los estudios de tiempos.
Requisitos	Para realizar esta hoja de trabajo estándar se debe de garantizar que las maquinas o estaciones de trabajo se encuentren trabajando de manera correcta y fluida, esto para garantizar los que los tiempos de ciclo colocados en esa hoja de trabajo sean lo correctos.
Desarrollo de la hoja de trabajo estándar	Ejecución


Estación de trabajo	En este apartado de la hoja se coloca el nombre de la esta estación a la que esta pertenece.
línea de trabajo- documentos referenciados	En esta sección se coloca la línea a la que la que pertenece la hoja de trabajo estándar y si cuenta con documentos referenciados.
Codigo	En esta sección de la hoja se coloca el código de trabajo de manufactura o bien el numero de lote al que pertenece esta hoja de trabajo
Operadores	En este apartado se coloca la cantidad de operadores que trabajan en cada estación o maquina
Produccion por hora	En esta sección se documenta la cantidad de unidades que deben de ser manufacturadas por hora en la estación, este cálculo se realiza de la mano con el tiempo de ciclo de la estación, realizando el cálculo de la siguiente manera ( 60 segundos/tiempo de ciclo * cantidad de unidades por ciclo * 60 minutos)
Unidades por ciclo	En esta sección se agregan la cantidad de unidades que se manufacturan en cada ciclo sea en maquina o por operador.
Focus Factory/Área	En esta sección se coloca La familia a la que pertenece la hoja de trabajo.

Tiempo de ciclo (TC)	<p>En esta sección se coloca el tiempo de ciclo en el que la maquina o operador debe de realizar el proceso de manufactura, esto de divide en tres tiempos:</p> <p>(OP): Tiempo ciclo de operador</p> <p>(TM): Tiempo ciclo maquina</p> <p>(TR): Tiempo ciclo retrabajo</p>
Pasos de operación	<p>En esta sección se agregan detalladamente el paso a paso del proceso de manufactura de cada uno de los dispositivos de la línea.</p>
Notas adicionales	<p>Esta sección es para agregar comentarios importantes acerca de la estación de trabajo.</p>
Imagen ilustrativa	<p>En este apartado se coloca una imagen de cómo se tiene que ver la pieza manufacturada o como es el proceso de ensamble de la misma.</p>
Firma del supervisor/fecha	<p>En esta sección tiene que ir la firma y la fecha del supervisor como aprobación de a hoja de trabajo estándar</p>

**Fuente:** Elaboración propia.

A continuación, se muestra cómo se debe de ver la hoja de trabajo estándar completada para cada etapa del proceso:


Tabla 11. Hoja de trabajo estándar RF TUBE.

HOJA DE TRABAJO ESTÁNDAR						
RF TUBE						
Línea de trabajo - Documentos referenciados:		Enteral Feeding Line 4 #775100	Operadores por estación: 3op			Producción por hora: 1307 pcs/h
Focus Factory:		KEF	Tiempo de Ciclo (TC): 16.53SEC			Unidades por ciclo: 6
No.	Pasos de la operación	TC (seg)			Nota adicionales	
		OP	TM	TR		
1	Revisar los mandriles. Se sumerge los 6 mandriles en la esponja con silicone para luego colocar el tubo en los mandriles, una vez listos colocarlos en el fixture correspondiente para que luego pase al siguiente operador de la estación 2 de RF que se va a encargar de colocar los mandriles con el tubo en la bolsa, una vez concluida esta parte la maquina va a rotar y va a pasar al operador de la 3 estación de RF en la cual se va a acomodar las bolsas y los mandriles en los fixtures y los electrodos, las bolsas se colocan el marca correspondiente que tiene el mandril para que así		16,53		<p>La RF Tube puede presentar paros debido a que las bolsas una vez salidas de integración se pueden pegar entre ellas y sea difícil para el operador, si la situación es persistente solicitar colaboración al Op3 de la línea para que de soporte y no detener la RF Tube.</p> 	
<b>Total:</b>			16,53			
Aprobado por: _____		Fecha: _____				
Firma Supervisor de Producción						

Esta hoja de trabajo estándar es ayuda para el flujo del producto solamente. Consulte la(s) instrucción(es) de trabajo normal(e)s (GOI's) con referencias cruzadas en el documento de los requisitos mínimos para el/los proceso(s).

**Fuente:** Elaboración propia.

Tabla 12. Hoja de trabajo estándar RF EZCap.


HOJA DE TRABAJO ESTÁNDAR						
RF EZCap						
Línea de trabajo - Documentos referenciados:		Enteral Feeding Line 4 #775100	Operadores por estación: 3op			Producción por hora: 928 pcs/h
Focus Factory:		KEF	Tiempo de Ciclo (TC): 15.51SEC			Unidades por ciclo: 4
No.	Pasos de la operación	TC (seg)			Nota adicionales	
		OP	TM	TR		
1	Revisar mandriles y electrodos. Luego tomar 4 EZCap y colocarlos en los mandriles, la RF gira y en la estación 2 se colocan dos bolsas al lado izquierdo del dado, luego pasa a la estación 3 y se colocan las dos bolsas restantes del lado derecho del dado, asegurándose que las bolsas queden totalmente planas en la parte de arriba y abajo del ezcap, una vez completado el ciclo se revisa el sellado de las bolsas y se colocan en la banda.		15,51		<p>La RF EZCap puede presentar paros debido a un sellado débil o un sobresellado y sea difícil para el operador hacer la inspección más detallada, sin hacer un paro, si la situación es persistente solicitar colaboración al Op3 de la línea para que de soporte y realice una mejor inspección del EZcap para poder continuar los ciclos con fluidez.</p> 	
<b>Total:</b>			15,51			
Aprobado por: _____		Fecha: _____				
Firma Supervisor de Producción						

Esta hoja de trabajo estándar es ayuda para el flujo del producto solamente. Consulte la(s) instrucción(es) de trabajo normal(e)s (GOI's) con referencias cruzadas en el documento de los requisitos mínimos para el/los proceso(s).

**Fuente:** Elaboración propia.

Tabla 13. Hoja de trabajo estándar Warning

HOJA DE TRABAJO ESTÁNDAR					
Warning					
Linea de trabajo - Documentos referenciados:		Enteral Feeding Line 4 #775100	Operadores por estacion: 1 op		Produccion por hora: 1075 pcs/h
Focus Factory:		KEF	Tiempo de Ciclo (TC): 2.68 sec		Unidades por ciclo: 1
No.	Pasos de la operación	TC (seg)			Nota adicionales
		OP	TM	TR	
1	Tomar un rollo de warning y sacudirlo para que los tubos se despeguen y sean mas manejables, luego colocar los warning en la mesa y tomar varios spike con una mano y luego tomar uno a unos los warning con la otra mano, sumergir los warning en ciclohexanona para luego hacer el ensamble del warning con el spike una vez completado un grupo de el material se coloca en la banda para sea llevado a la siguiente estacion de trabajo	2,68			Tomar en cuenta que el tubo tiene que entrar por completo en la cavidad del spike para asegurar un ensamble correcto.
Total:		2,68			




Aprobado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
Firma Supervisor de Producción

Esta hoja de trabajo estándar es ayuda para el flujo del producto solamente. Consulte la(s) instrucción(es) de trabajo normale(s) (GOI's) con referencias cruzadas en el documento de los requisitos mínimos para el/los proceso(s).

**Fuente:** Elaboración propia.

Tabla 14. Hoja de trabajo estándar Bushing.

HOJA DE TRABAJO ESTÁNDAR					
Bushing					
Linea de trabajo - Documentos referenciados:		Enteral Feeding Line 4 #775100	Operadores por estacion: 1op		Produccion por hora: 1134 pcs/h
Focus Factory:		KEF	Tiempo de Ciclo (TC): 3.81sec		Unidades por ciclo: 1
No.	Pasos de la operación	TC (seg)			Nota adicionales
		OP	TM	TR	
1	Tomar un rollo de tubo y agitarlo para que los mismos se despeguen entre si y sean mas manejables, luego colocar los tubos en la mesa y tomarlos uno a uno, luego tambien tomar los bushing uno a uno y colocarlos en el Bushof para luego sumergir el tubo en ciclohexanona y proceder hacer el ensamble del bushing.	3,81			Tomar en cuenta que el tubo tiene que entrar por completo en el Bushing para asegurar un correcto ensamble.
Total:		3,81			




Aprobado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
Firma Supervisor de Producción

Esta hoja de trabajo estándar es ayuda para el flujo del producto solamente. Consulte la(s) instrucción(es) de trabajo normale(s) (GOI's) con referencias cruzadas en el documento de los requisitos mínimos para el/los proceso(s).

**Fuente:** Elaboración propia.


Tabla 15. Hoja de trabajo estándar Bushing Line.

HOJA DE TRABAJO ESTÁNDAR						
Lower To Bushing Line						
Linea de trabajo - Documentos referenciados:		Enteral Feeding Line 4 #775100		Operadores por estacion: 2 op		Produccion por hora: 986 pcs/h
Focus Factory:		KEF		Tiempo de Ciclo (TC): 5.84 sec		Unidades por ciclo: 1
No.	Pasos de la operación	TC (seg)			Nota adicionales	
		OP	TM	TR		
1	Tomar varios rollos de Operan Lower y colocarlos en la base de la Pokafa para luego colocar la valvula en la Pokafa y tomar la extension del bushing y sumerjirla en ciclohexanoa para asi proceder ensamblar la extension del bushin en la valvula.	5,84			Tomar en cuenta que la extension del bushing tiene que entrar por completo en la valvula para asegurar un ensamble correcto.	
						
Total:		5,84				
Aprobado por: _____				Fecha: _____		
Firma Supervisor de Producción						

Esta hoja de trabajo estándar es ayuda para el flujo del producto solamente. Consulte la(s) instrucción(es) de trabajo normale(s) (GOI's) con referencias cruzadas en el documento de los requisitos mínimos para el/los proceso(s).

**Fuente:** Elaboración propia.


Tabla 16. Hoja de trabajo estándar Spike Line.

HOJA DE TRABAJO ESTÁNDAR						
Lower To Spike Line						
Linea de trabajo - Documentos referenciados:		Enteral Feeding Line 4 #775100		Operadores por estacion: 2 op		Produccion por hora: 1093 pcs/h
Focus Factory:		KEF		Tiempo de Ciclo (TC): 4.61 sec		Unidades por ciclo: 1
No.	Pasos de la operación	TC (seg)			Nota adicionales	
		OP	TM	TR		
1	Tomar varios rollos de operan lower con la extension del bushing debidamente ensamblada y colocarlos en la base del Pokal V para luego colocar la valvula en la Pokal V y tomar la extension del spike y sumerjirla en ciclohexanoa para ensamblar la extesion del spike en la valvula	4,61			Tomar en cuenta que la línea del Spike tiene que entrar por completo en la valvula para asegurar un correcto ensamble.	
						
Total:		4,61				
Aprobado por: _____				Fecha: _____		
Firma Supervisor de Producción						

Esta hoja de trabajo estándar es ayuda para el flujo del producto solamente. Consulte la(s) instrucción(es) de trabajo normale(s) (GOI's) con referencias cruzadas en el documento de los requisitos mínimos para el/los proceso(s).

**Fuente:** Elaboración propia.


Tabla 17. Hoja de trabajo estándar IFU.

HOJA DE TRABAJO ESTÁNDAR						
IFU						
Linea de trabajo - Documentos		Enteral Feeding Line		Operadores por estación: 1 op		Producción por hora: 1176 pcs/h
Focus Factory:		KEF		Tiempo de Ciclo (TC): 3.06 sec		Unidades por ciclo: 1
No.	Pasos de la operación	TC (seg)			Nota adicionales	
		OP	TM	TR		
1	Tomar el IFU y la etique paciente y introducirlo en la bolsa plastica,asegurandose de la que la etiqueta paciente quede colocada detras del IFU.	3,06			La etiqueta paciente siempre tiene que colocarse detras del IFU 	
<b>Total:</b>		3,06				
Aprobado por: _____		Fecha: _____				
		Firma Supervisor de Producción				

Esta hoja de trabajo estándar es ayuda para el flujo del producto solamente. Consulte la(s) instrucción(es) de trabajo normale(s) (GOI's) con referencias cruzadas en el documento de los requisitos mínimos para el/los proceso(s).

**Fuente:** Elaboración propia.


Tabla 18. Hoja de trabajo estándar Assembly.

HOJA DE TRABAJO ESTÁNDAR						
Assembly						
Linea de trabajo - Documentos		Enteral Feeding		Operadores por estación: 6 op		Producción por hora: 1290 pcs/h
Focus Factory:		KEF		Tiempo de Ciclo (TC): 16.75SEC		Unidades por ciclo: 1
No.	Pasos de la operación	TC (seg)			Nota adicionales	
		OP	TM	TR		
1	Tomar la línea en la mano con el cap hacia dentro y se gira 3 veces en sentido de las agujas del reloj de tal forma que la línea del bushing quede con facilidad de tomarlo con los dedos una vez enrollado, luego se toma la bolsa y se coloca con la impresión hacia abajo para proceder a insertar en el bushing en tumba de ciclohexanona para así proceder a ensamblar el bushing por completo en el tubo de la bolsa, una vez ensamblado se precede a doblar la bolsa cubriendo la extensión de la misma con la bolsa y se coloca la extensión en la parte del ezcap de la bolsa y se porcede a colocar la bolsa debidamente ensamblada en la bolsa del IFU sobre la etiqueta de paciente.	16,75			La RF Tube puede presentar paros debido a que las bolsas una vez salidas de integración se pueden pegar entre ellas y sea difícil para el operador, si la situación es percistente solicitar colabaroacion al Op3 de la línea para que de soporte y no detener la RF Tube. 	
<b>Total:</b>		16,75				
Aprobado por: _____		Fecha: _____				
		Firma Supervisor de Producción				

Esta hoja de trabajo estándar es ayuda para el flujo del producto solamente. Consulte la(s) instrucción(es) de trabajo normale(s) (GOI's) con referencias cruzadas en el documento de los requisitos mínimos para el/los proceso(s).

**Fuente:** Elaboración propia.

Tabla 19. Hoja de trabajo estándar Polybag Sealing.


Polybag Sealing						
Línea de trabajo - Documentos		Enteral Feeding		Operadores por estación: 1 op		Producción por hora: 1101 pcs/h
Focus Factory:		KEF		Tiempo de Ciclo (TC): 3.27 sec		Unidades por ciclo: 1
No.	Pasos de la operación	TC (seg)			Nota adicionales	
		OP	TM	TR		
1	Asegurarse de que la temperatura y velocidad sean las correctas para luego proceder a tomar la bolsa verificando que lleve todos los componentes, luego se introduce en la banda de la Urania de la manera correspondiente para sea debidamente sellada y llevada al area de packing.		3,27		Asegurarse que la bolsa sea debidamente colocada para obtener un buen sellado	
						
Total:			3,27			

Aprobado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
 Firma Supervisor de Producción

Esta hoja de trabajo estándar es ayuda para el flujo del producto solamente. Consulte la(s) instrucción(es) de trabajo normal(e)s (GOI's) con referencias cruzadas en el documento de los requisitos mínimos para el/los proceso(s).

**Fuente:** Elaboración propia.

Tabla 20. Hoja de trabajo estándar Packing

HOJA DE TRABAJO ESTÁNDAR						
Packing						
Línea de trabajo - Documentos		Enteral Feeding		Operadores por estación: 1 op		Producción por hora: 1659 pcs/h
referenciados:		Line 4 #775100		Tiempo de Ciclo (TC): 2.17 sec		Unidades por ciclo: 1
Focus Factory:		KEF				
No.	Pasos de la operación	TC (seg)			Nota adicionales	
		OP	TM	TR		
1	Tomar la etiqueta y pegarla a un costado de la caja, para luego proceder a armar una de las partes de la caja y sellarla con cita adhesiva, una vez sellada se le da vuelta y se procede a introducir las bolsas de 4 en cuantro en la caja hasta completar la caja con 30 bolsas, una vez completada la se sella por la parte de arriba, se pesa y se coloca en la tarima de carga.		2,17		tomar en cuenta que la caja solamente puede llevar 30 bolsas.	
						
Total:			2,17			

Aprobado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
 Firma Supervisor de Producción

Esta hoja de trabajo estándar es ayuda para el flujo del producto solamente. Consulte la(s) instrucción(es) de trabajo normal(e)s (GOI's) con referencias cruzadas en el documento de los requisitos mínimos para el/los proceso(s).

**Fuente:** Elaboración propia.

### **5.2.2. Implementación: Plan de capacitación para operarios.**

La capacitación se implementa mediante una metodología estructurada que incluye sesiones presenciales, evaluaciones periódicas y retroalimentación continua. Además, se contempla la utilización de formatos estandarizados, con el fin de garantizar la uniformidad en la transmisión del conocimiento y facilitar el proceso de certificación interna.

Este enfoque sistemático permite no solo una rápida integración de nuevos colaboradores, sino también el desarrollo constante del personal existente, asegurando así una base operativa sólida, competente y alineada con los objetivos estratégicos de la organización. A continuación, en la Tabla 20. Procedimiento de plan de capacitación para operarios se muestra la descripción del manejo de los entrenamientos:

Tabla 21. Procedimiento de plan de capacitación para operarios

Procedimiento de capacitación al empleado	
Encargado	Training center
Perfil del capacitador:	El encargado de brindar la capacitación a los colaboradores tiene que estar certificado por el equipo de ingeniería en los CAPA tests correspondientes para poder llevar a cabo las operaciones de entrenador y capacitador de personal.
Objetivo	El objetivo de estas capacitaciones de personal es que permitir al colaborador conocer al 100% el proceso de manufactura que va a ejecutar en el momento en el que haga contacto con la línea de producción.
Contenido de la capacitación	Durante la etapa de capacitación se llevarán a cabo entrenamientos en físico en el área de training center sobre cada una de las tareas a ejecutar en la línea de producción, así como también el estudio de los procedimientos de cada una de las estaciones de la línea.
Duración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 meses para colaboradores de nuevo ingreso</li> <li>• 3 horas semanales para colaboradores regulares</li> </ul>
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimientos</li> <li>• Capa test</li> <li>• Pruebas piloto en maquinas de entrenamiento</li> <li>• Apoyo del entrenador en todo el proceso</li> </ul>
Evaluación	Al finalizar el proceso de entrenamiento el colaborador tendrá que realizar un capa test el cual indicara si esta calificado para realizar

	las labores en la línea de producción o si debe continuar con su entrenamiento y repetir la CAPA test para obtener su certificación.
--	--

**Fuente:** Elaboración propia.

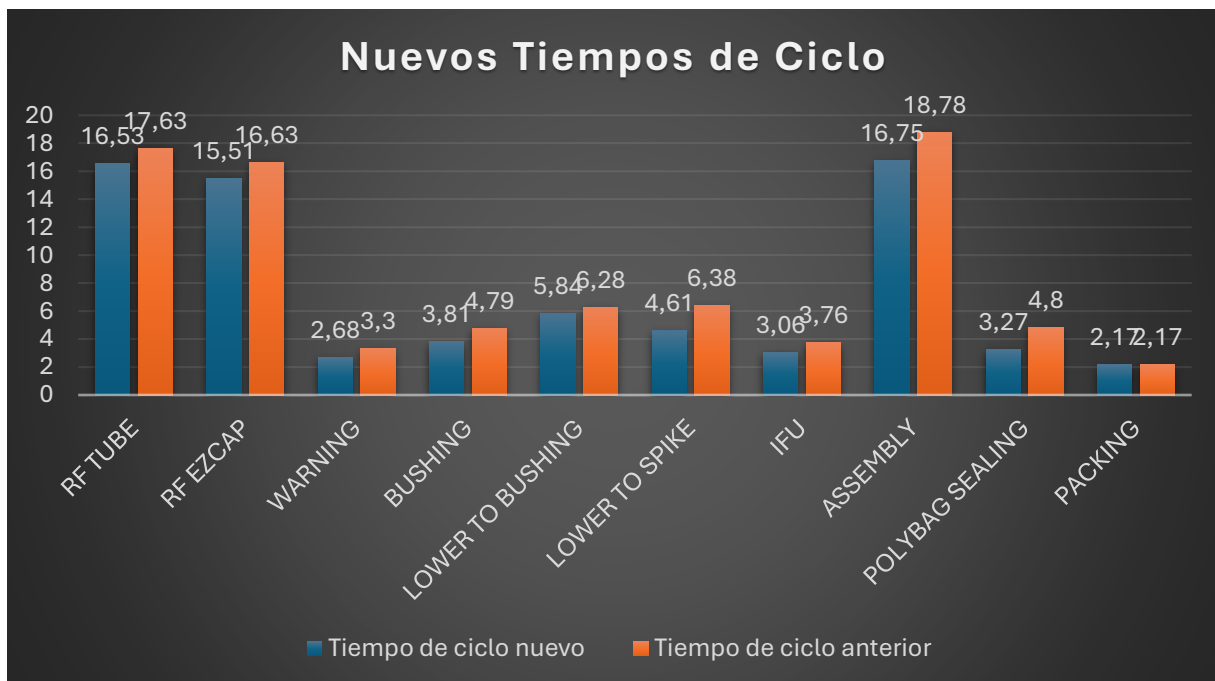
### **5.2.3. Implementación: Reducción de tiempos muertos.**

La presente sección detalla el proceso de implementación de la propuesta orientada a la reducción de tiempos muertos dentro del área operativa de la línea 4. Esta iniciativa surge como respuesta a la necesidad de mejorar la eficiencia del sistema productivo, mediante la identificación, análisis y eliminación de actividades que no agregan valor al proceso. La propuesta se fundamenta en herramientas y metodologías propias de la ingeniería industrial, tales como el análisis de procesos, la estandarización de tareas y la redistribución eficiente de recursos. Su ejecución busca generar un impacto positivo en indicadores clave como la productividad, el aprovechamiento del tiempo efectivo de trabajo y la continuidad de los flujos operativos, contribuyendo al fortalecimiento de la competitividad empresarial.

A continuación, en la tabla 22 tenemos los resultados de la implementación de la propuesta de reducción de tiempos muertos:

Tabla 22. Nuevos Tiempos

Estación de trabajo	Tiempo de ciclo nuevo	Tiempo de ciclo anterior
RF TUBE	16,53	17,63
RF EZCAP	15,51	16,63
WARNING	2,68	3,3
BUSHING	3,81	4,79
LOWER TO BUSHING	5,84	6,28
LOWER TO SPIKE	4,61	6,38
IFU	3,06	3,76
ASSEMBLY	16,75	18,78
POLYBAG SEALING	3,27	4,8
PACKING	2,17	2,17
<b>Desviación Estandar</b>	<b>5,88</b>	<b>6,177</b>



Fuente: Elaboración propia.

El análisis ANOVA (de una vía) se realiza basado en los datos de la Tabla 22. Nuevos Tiempos done se compara los tiempos de Ciclo Nuevos vs. los Tiempos de Ciclo anteriores para ver si hay una diferencia estadísticamente significativa entre ambos conjuntos de datos.

Resultados del ANOVA realizado:

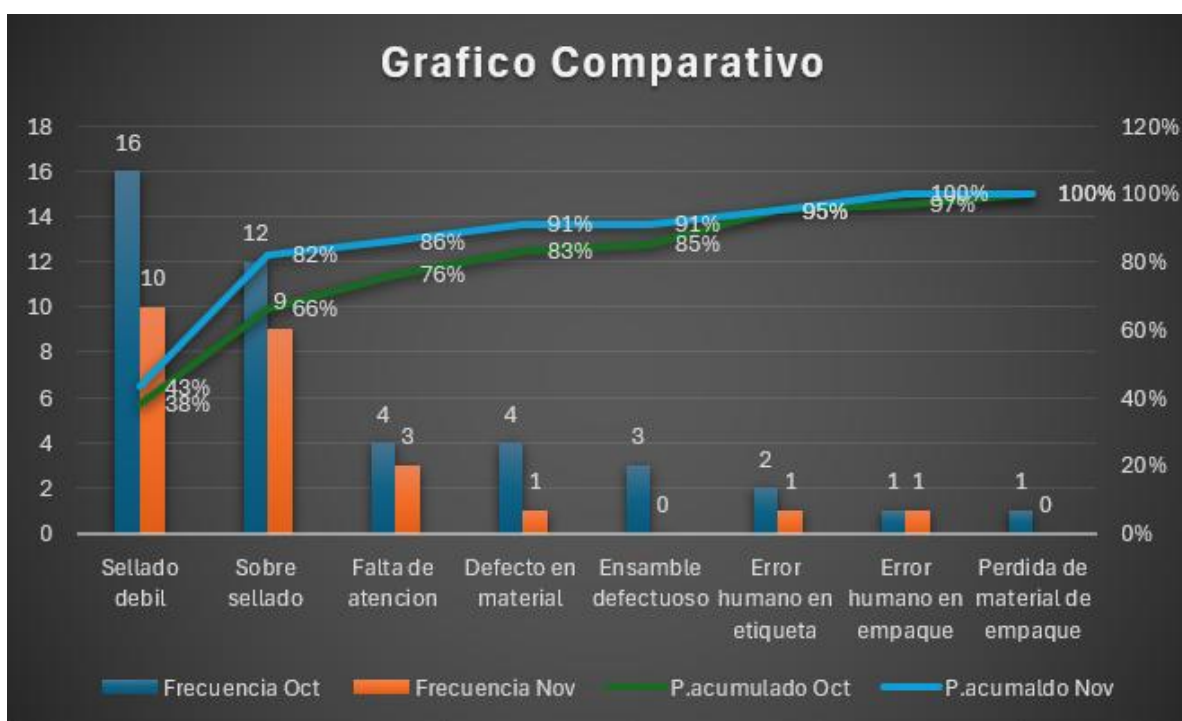
- Estadístico F: 0.1311
- Valor p: 0.7215

Del análisis de ANOVA podemos concluir que el valor p (0.7215) es mucho mayor que 0.05, por lo tanto, no hay evidencia estadísticamente significativa para afirmar que existe una diferencia en los tiempos de ciclo entre los datos de Ciclo Nuevos y los datos de Ciclo Anteriores.

Los cambios implementados en el proceso (que llevaron al nuevo tiempo de ciclo) no generaron una diferencia significativa en promedio, sin embargo, sí se observa una mejora en la desviación estándar, que bajó de 6,177 a 5,88, lo cual sugiere una ligera mejora en la uniformidad del proceso, aunque esta diferencia tampoco es significativa según el ANOVA. Esta mejora, aunque no es significativa al nivel del análisis estadístico del ANOVA si representa una mejora significativa a nivel de tiempos de ciclo representados en costo económico.

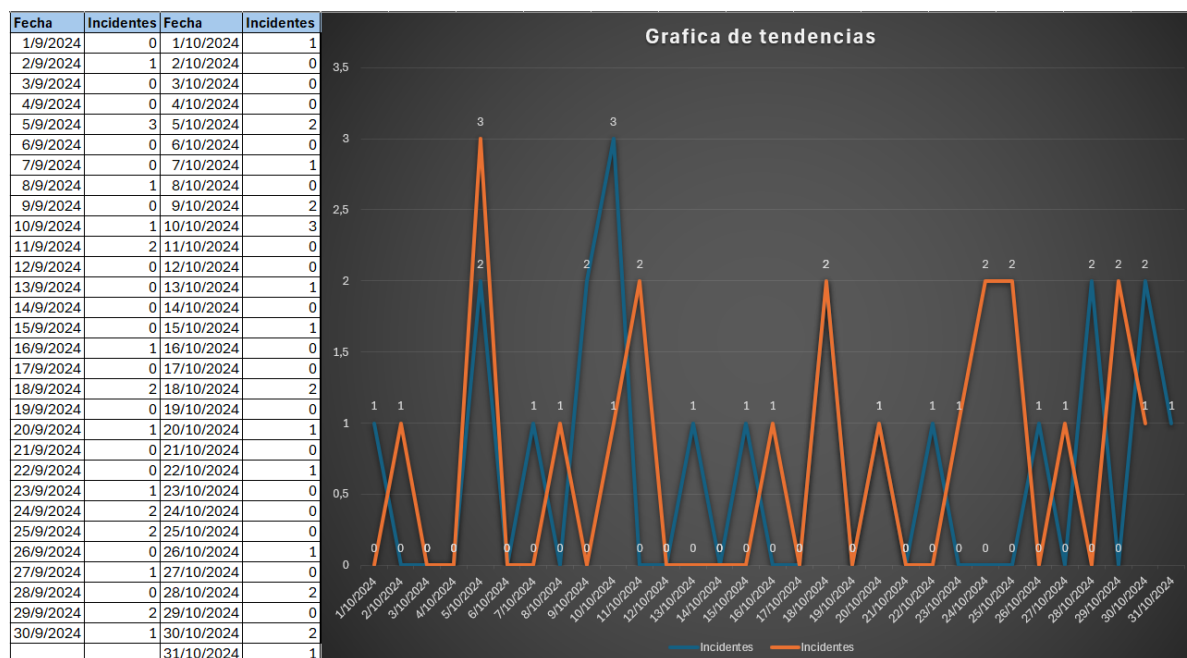
Tabla 23. Comparativa Diagrama de Pareto.

Problemas	Frecuencias Oct	Frecuencias Nov	P.acumulado Oct	P.acumulado Nov
Sellado débil	16	10	38%	43%
Sobre sellado	12	9	66%	82%
Falta de atención	4	3	76%	86%
Defecto en material	4	1	83%	91%
Ensamble defectuoso	3	0	85%	91%
Error humano en etiqueta	2	1	95%	95%
Error humano en empaque	1	1	97%	100%
Perdida de material de empaque	1	0	100%	100%



Fuente: Elaboración propia.

Figura 29. Gráfico de tendencias



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 29. Grafica de Tendencias nos permite ver los eventos de no conformidades relacionadas a Sellado Débil o Sobre Sellado para el periodo de septiembre 2024 (línea anaranjada) con 21 eventos y para el periodo de octubre 2024 (línea azul) con 21 eventos.

### 5.3 Beneficios de la implementación

#### 5.3.1. Análisis de Mejora Operativa y Ahorro Económico – Línea 4:

Como parte del plan de optimización de procesos y eficiencia operativa, se ha evaluado el impacto de una serie de mejoras aplicadas a la Línea 4 de producción. A continuación, se detallan los tres componentes clave de esta mejora, junto con su repercusión económica:

### **5.3.1.1. Mejora de Productividad en la Línea 4:**

Se proyecta un incremento del 30% en la productividad de la Línea 4. Esta mejora se deriva de ajustes técnicos y operativos orientados a reducir tiempos muertos, mejorar la eficiencia de los equipos y optimizar la secuencia de trabajo. Este aumento de capacidad permitirá producir más unidades en el mismo periodo, sin requerir inversión adicional significativa en infraestructura o personal.

- Beneficio cualitativo: Mayor capacidad de respuesta a la demanda.
- Impacto: Posibilita generar más valor con los mismos recursos físicos disponibles.

### **5.3.1.2. Optimización del Recurso Humano (Reducción de 4 operarios)**

Gracias a la mayor eficiencia alcanzada, se identificó la oportunidad de operar la línea con 4 operarios menos, sin comprometer la calidad ni la seguridad del proceso. Esta racionalización del personal representa un ahorro anual estimado de **\$57,600**, considerando los costos laborales asociados (salario, cargas sociales y beneficios).

- Justificación: Redundancia operativa por mejora en flujo de trabajo.
- Resultado: Reducción de costos fijos de mano de obra.

### 5.3.1.3. Absorción Adicional de Costos Fijos

Además de los ahorros anteriores, la mejora en la productividad permite una mayor absorción de costos fijos indirectos de planta, calculada en \$1,200 mensuales, lo que representa \$14,400 anuales. Este efecto implica que un mayor volumen de producción diluye el impacto unitario de los costos fijos, mejorando el margen operativo.

A manera de resumen y desde un punto de vista financiero, con las propuestas de mejora se obtiene los siguientes resultados:

- Una mejora en el output de la línea 4 en un 30%.
- Se obtiene un ahorro de \$57600 anuales por la reducción de 4 operarios menos en total tomando en cuenta todos los turnos de trabajo.
- Se obtiene una absorción adicional de \$1200 por mes para un total de \$14400 al año.

## 5.4 Control de Mejora

Para generar un control sobre las mejoras implementadas durante el proyecto se va a realizar una auditoria mensual que permita darles seguimiento a los indicadores de producción. Dicha auditoria será responsabilidad del Ingeniero de OPEX, y el mismo debe recolectar los datos pertinentes y generar un reporte para comprobar que el desempeño de la línea cumpla con los objetivos estipulados y que las herramientas creadas durante el proyecto, como por ejemplo las Hojas de Trabajo Estándar se estén utilizando de manera correcta y que los balances de línea se encuentran actualizados además de que se encuentre llena hora a hora la

pizarra de producción para llevar el control exacto de las cajas producidas por hora. Esto permite tener un control a lo largo del tiempo que asegura el buen funcionamiento de la línea. Esta propuesta va a ser entregada al equipo gerencial de la empresa Cardinal Health para que los objetivos sean colocados por departamento para ser cumplidos en el año fiscal entrante.

A continuación, se muestra en la figura 9 el flujo que se debe de seguir para llevar a cabo la auditoría del proceso implementada durante este proyecto:

*Figura 30. Diagrama de flujo para auditoría de proceso.*



Fuente: Elaboración propia.

## Política de auditoría

La seguridad del paciente es nuestra prioridad y nuestro mayor compromiso. Para ser el socio el socio de la atención medica más confiable, actuaremos con integridad y responsabilidad a fin de sostener los más altos estándares de calidad en nuestros productos y servicios por lo cual siempre trabajamos bajo el cumplimiento de nuestros procedimientos.

## Procedimiento de auditoria

*Tabla 24. Procedimiento de auditoria*

Procedimiento de auditoría	
Código	DC000844031.
Objetivo	Establecer un proceso de Gemba consolidado para evaluar, estandarizar y controlar los procesos mejorados en el proyecto de línea 4 con los que se evalúa Cardinal Health (CAH).
Instrucciones generales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preséntese antes de empezar el gemba con el supervisor o encargado del área</li> <li>• En caso de identificar algún hallazgo notifíquelo al supervisor o encargado del área para definir las acciones a tomar, ya sean inmediatas o a largo plazo. Defina los responsables y fecha para completar las acciones propuestas</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando termine la caminata indíquelo a persona encargada cuál fue el resultado y las acciones creadas y agrádezcalle por el tiempo</li> <li>• Asegúrese de registrar la caminata en el sistema de Gemba antes de que finalice el mes y de se haya generado el reporte de acciones.</li> </ul>
Pasos	
#	Actividades
1	Convocatoria 1 vez al mes para realizar la caminata en la línea de producción.
2	Revisar para metros de la maquinas y (GDP) buenas prácticas de documentación y los (GMP) buenas prácticas de manufactura.
3	Revisar la hoja de control de auditoria y que la misma esta completada correctamente. Revisar figura 31(hoja de control de auditoria)
4	Revisas que los balances de línea concuerden con las cantidades de personal en la línea y la producción.
5	Revisar que la pizarra de producción diaria este completa con las cantidades producidas hora a hora.

**Fuente:** Elaboración propia.

## Hoja de control de auditoria

Figura 31. Hoja de control de Auditoria.

### Auditoría a Proyectos de Mejora

Equipo de CONTROL

1a

Auditor: \_\_\_\_\_

Fecha y Turno: \_\_\_\_\_

Proyecto: _____	Proyecto de:	Impacto:
Líder: _____	Kaizen EAR <input type="checkbox"/>	Calidad <input type="checkbox"/>
Descripción: _____ _____	Kaizen Sup <input type="checkbox"/>	Costo <input type="checkbox"/>
	Otro <input type="checkbox"/>	6'S <input type="checkbox"/>
		Seguridad <input type="checkbox"/>
		Ergonomía <input type="checkbox"/>
Area Beneficiada: _____	Familias/Líneas beneficiadas: _____	
Fecha Implement. _____		

**Situación Anterior:**

**Situación Actual:**

**Proyecto Funcionando?**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Estandarización**

Todas las Familias? \_\_\_\_\_

Todas las Máquinas? \_\_\_\_\_

En Ambos Turnos? \_\_\_\_\_

**Proyecto en Sistema Oficial?**

<input type="checkbox"/> SPM's	_____
<input type="checkbox"/> SIM's	_____
<input type="checkbox"/> QM's	_____
<input type="checkbox"/> Procedimiento	_____
<input type="checkbox"/> Formato Oficial	_____
<input type="checkbox"/> Ayuda Visual	_____
<input type="checkbox"/> Especificaciones	_____
<input type="checkbox"/> Base de Datos	_____
<input type="checkbox"/> Otros:	_____

**Comentarios Generales:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fuente: Elaboración propia.

Figura 32. Formato para Mejoras de Proyecto.

## Mejoras del Proyecto

1	2	3
4	5	6

Actividades clave para seguimiento	Auditoria de actividad:				
	1a	2a	3a	4a	5a
1.- _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.- _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.- _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.- _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.- _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.- _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Marcar :**    ✖ Si la actividad no permanece    ✔ Si la actividad permanece

**Solo para llenar por el auditor:**

<b>FY 25</b> Jul <input type="checkbox"/> Ene <input type="checkbox"/> Ago <input type="checkbox"/> Feb <input type="checkbox"/> Sept <input type="checkbox"/> Mar <input type="checkbox"/> Oct <input type="checkbox"/> Abr <input type="checkbox"/> Nov <input type="checkbox"/> May <input type="checkbox"/> Dic <input type="checkbox"/> Jun <input type="checkbox"/>	○ Proxima auditoria ⊗ Auditoria Fallada ● Auditoria Aceptada	<b>FY 26</b> Jul <input type="checkbox"/> Ene <input type="checkbox"/> Ago <input type="checkbox"/> Feb <input type="checkbox"/> Sept <input type="checkbox"/> Mar <input type="checkbox"/> Oct <input type="checkbox"/> Abr <input type="checkbox"/> Nov <input type="checkbox"/> May <input type="checkbox"/> Dic <input type="checkbox"/> Jun <input type="checkbox"/>
---	--	---

Nota: Si una actividad clave no permanece se considera "Auditoria fallada" y la auditoria se debe programar para el mes siguiente.  
 Si una actividad clave permanece se considera "Auditoria Aceptada" y la auditoria se debe programar para el 3er mes siguiente.

Fuente: Elaboración propia.

## **Pizarra producción**

### **Como ejecutar tabla de produccion:**

Eventos de seguridad: se colocan la cantidad de eventos de seguridad registrados en número naturales.

Eventos de calidad: Se colocan la cantidad de eventos de calidad en números naturales.

Escalamiento a Tier 2: En esta sección se coloca si hay algo importante que escalarle a líder de produccion de la línea.

MFG: meta de produccion total diaria.

Scrap: cantidad de material desechado durante el día de produccion.

Meta: se coloca la cantidad de cajas que se tienen que dar por hora en la línea este número se obtiene de dividir la cantidad de cajas total por turno en las 12 horas trabajadas.

Real: es la cantidad de cajas que se manufacturaron en una hora.

Scrap: Se coloca la cantidad de material rechazado en una hora de produccion

Audit: En este espacio firma el líder de produccion cada hora cuando se hace la revisión de la pizarra

Acciones/comentarios: En esta sección se colocan comentarios acerca de los trabajos de la línea, por ejemplo: motivo por el cual no se cumplió la meta de produccion en la hora trabajada.

Responsable: En esta sección la persona encargada de llenar la pizarra pondrá su firma

Fecha: En esta espacio se coloca la fecha del día actual de produccion

Figura 33. Formato Pizarra de producción.

Fecha:		Meta Scrap:						
Hora	Meta	Real	Scrap	Audit	Acciones/Comentarios		Respon	Fecha
7 AM								
8 AM								
9 AM								
10 AM								
11 AM								
12 PM								
1 PM								
2 PM								
3 PM								
4 PM								
5 PM								
6 PM								
7 PM								
8 PM								
9 PM								
10 PM								
11 PM								
12 AM								
1 AM								
2 AM								
3 AM								
4 AM								
5 AM								
6 AM								

GOAL	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	TOTAL

MFG SCRAP								

Eventos de Seguridad:	Eventos de Calidad:	Escalamiento al Tier 2:

CardinalHealth	Tier 1 KEF LINEA	GPSC Ascend
----------------	------------------	-------------

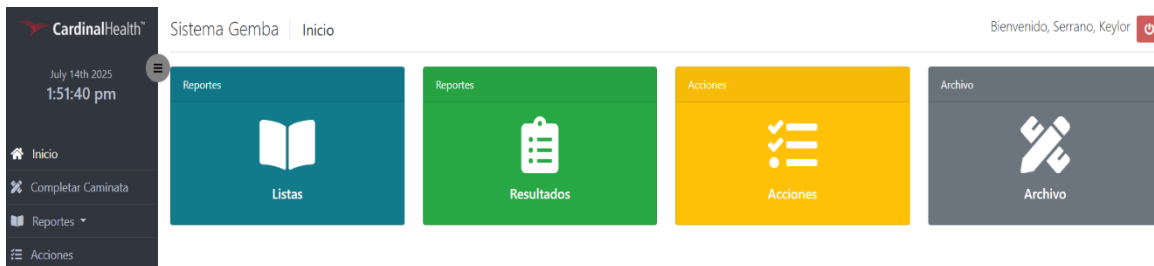
Nuestros Comportamientos: Invita a la curiosidad | Inspira el compromiso | Forma Alianzas | Se desarrolla y desarrolla a los demas

Fuente: Elaboración propia.

## Paso para inicia la auditoria

### Paso 1: Ingresar al sistema de gemba de Cardinal health

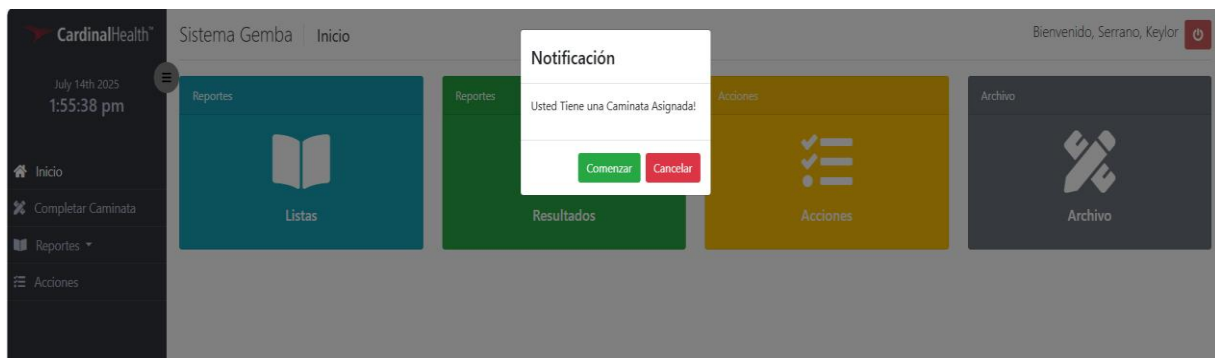
Figura 34. Paso 1 proceso de auditoría.



Fuente: Elaboración propia.

### Paso 2: Dirigirse a la sección de completar caminata o seleccionar la opción de comenzar caminata.

Figura 35. Paso 2 proceso de auditoría.



Fuente: Elaboración propia.

### Paso 3: revisar el proyecto con la hoja de control de auditora

Figura 36. Paso 3 proceso de auditoría.

## Auditoría a Proyectos de Mejora

Equipo de CONTROL

1a                  2a                  3a                  4a                  5a

Auditor: \_\_\_\_\_

Fecha y Turno \_\_\_\_\_

Proyecto:	CMS-KL-KEF Line 4 Efficiency Improvement & HC Optimization	Proyecto de:	Impacto:
Líder:	Keylor Serrano	Kaizen EAR	Calidad
Descripción:	Aumentar el Output y eficiencia en la línea 4 de enteral feeding	Kaizen Sup	Costo
		Otro	6'S
			Seguridad
			Ergonomía
Area Beneficiada:	KEF	Familias/Líneas beneficiadas:	Línea 4
Fecha Implement.	31/1/2023		

**Situación Anterior:**

La línea 4 tiene problemas con la RFezcap para lograr su meta de producción diaria es de 376 cajas lo cual apenas alcanzan las 288 cajas por día.

**Situación Actual:**

Con la implementación del capacity profile se hizo un balance de línea y se mejoro la producción y eficiencia de la línea cuatro alcanzando su meta de las 337 cajas por día optimizando la línea al trabajar con rotaciones en estaciones bajando los tiempos de ciclo de Rfezcap de 16.53sec a 14.91 sec además de poder trabajar y cumplir la meta con 21 operadores y no con 23.

**Proyecto Funcionando?**

El proyecto se encuentra en funcionamiento actualmente.

**Proyecto en Sistema Oficial?**

<input type="checkbox"/>	SPM's	_____
<input type="checkbox"/>	SIM's	_____
<input type="checkbox"/>	QM's	_____
<input checked="" type="checkbox"/>	Procedimiento	DC000844031
<input type="checkbox"/>	Formato Oficial	_____
<input type="checkbox"/>	Ayuda Visual	_____
<input type="checkbox"/>	Especificaciones	_____
<input type="checkbox"/>	Base de Datos	_____
<input checked="" type="checkbox"/>	Otros:	Capacity profile

**Estandarización**

<input type="checkbox"/>	Todas las Familias?	KEF
<input type="checkbox"/>	Todas las Máquinas?	Línea 4
<input checked="" type="checkbox"/>	En Ambos Turnos?	todos los turnos

**Comentarios Generales:**

\_\_\_\_\_


\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Fuente:** Elaboración propia.

Figura 37. Formato para seguimiento de acciones.

## Mejoras del Proyecto

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
		
<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>

<b>Actividades clave para seguimiento</b>		Auditoria de actividad:				
		1a	2a	3a	4a	5a
<b>1.-</b>	Seguimiento a la pizarra de producción diaria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>2.-</b>	Seguimiento a la línea con capacity profile para tener balance de línea actualizado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>3.-</b>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>4.-</b>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>5.-</b>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>6.-</b>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Marcar :  Si la actividad no permanece       Si la actividad permanece

### Solo para llenar por el auditor:

<b>FY 24</b> Jul <input type="checkbox"/> Ene <input type="checkbox"/> Ago <input type="checkbox"/> Feb <input type="checkbox"/> Sept <input type="checkbox"/> Mar <input type="checkbox"/> Oct <input type="checkbox"/> Abr <input type="checkbox"/> Nov <input type="checkbox"/> May <input type="checkbox"/> Dic <input type="checkbox"/> Jun <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Proxima auditoria <input checked="" type="checkbox"/> Auditoria Fallada <input checked="" type="checkbox"/> Auditoria Aceptada	<b>FY 25</b> Jul <input type="checkbox"/> Ene <input type="checkbox"/> Ago <input type="checkbox"/> Feb <input type="checkbox"/> Sept <input type="checkbox"/> Mar <input type="checkbox"/> Oct <input type="checkbox"/> Abr <input type="checkbox"/> Nov <input type="checkbox"/> May <input type="checkbox"/> Dic <input type="checkbox"/> Jun <input type="checkbox"/>
---	---	---

Nota: Si una actividad clave no permanece se considera "Auditoria fallada" y la auditoria se debe programar para el mes siguiente.  
 Si una actividad clave permanece se considera "Auditoria Aceptada" y la auditoria se debe programar para el 3er mes siguiente.

Fuente: Elaboración propia.

## Paso 4: revisar la pizarra de producción diaria

Figura 38. Paso 4 proceso de auditoría.

		GOAL	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	TOTAL
MFG										
SCRAP										
Fecha:	15-Ene-24		Meta Scrap: 2.13 de Escrap							
Hora	Meta	Real	Scrap	Audit	Acciones/Comentarios	Respon	Fecha			
7 AM	31	25	20	L6P		K.M.F	15-Ene-24			
8 AM	31	31	3	L6P	Cierre de lote	K.M.F	15-Ene-24			
9 AM	26	29	5	L6P	43un Q.1	K.M.F	15-Ene-24			
10 AM	31	0	0	L6P	NCR Rasgadura	K.M.F	15-Ene-24			
11 AM	31	0	0	L6P	NCR Rasgadura	K.M.F	15-Ene-24			
12 PM	31	0	0		NCR Rasgadura	K.M.F	15-Ene-24			
1 PM	16	0	0		NCR Rasgadura	K.M.F	15-Ene-24			
2 PM	31	31	3		33QA. Arco RF EZ CAP	K.M.F	15-Ene-24			
3 PM	31	31	7		10un Q.A	K.M.F	15-Ene-24			
4 PM	31									
5 PM	26									
6 PM	31									
7 PM	31	26	8		Reunión / Arco en RF Ez cap.	J.J.A	19-Ene-24			

Fuente: Elaboración propia.

## Paso 5: completar la caminata asignada

Figura 39. Paso 5.1 proceso de auditoría.

The screenshot shows a web interface for an audit process. On the left is a dark sidebar with navigation options: Inicio, Completar Caminata, Reportes, and Acciones. The main area contains a table with two rows of questions. Each row has a 'Pregunta' column, an 'Estado' dropdown menu set to 'Seleccione', and two columns for 'Evidencia' and 'Acción Inmediata', each with a 'Browse' button. Below the table is a text input field labeled 'Auditoría Verificada Por (Número de Empleado):' and two buttons: 'Generar Caminata' (green) and 'Cancelar' (red).

Pregunta	Estado	Evidencia	Acción Inmediata	A.L.P.
32. Se encuentra en el área la plantilla de Efectividad de Proyectos de Mejora (Puntos: 2)	Seleccione	<input type="text"/> Browse	<input type="text"/> Browse	
33. Pasa la Efectividad del Proyecto (Puntos: 2)	Seleccione	<input type="text"/> Browse	<input type="text"/> Browse	

Auditoría Verificada Por (Número de Empleado):

Generar Caminata Cancelar

Fuente: Elaboración propia.

Una vez generada la caminata gemba las acciones y si respectivo dueño se podrá revisar en el sistema del (DMS) Sistema de manufactura diario en el Tier 3 en el apartado de acciones.

Figura 40. Paso 5.2 proceso de auditoría.

The screenshot shows the 'Acciones Tier #3' interface in the DMS - Metrics system. The top navigation bar includes 'Inicio', 'Tier 1', 'Tier 2', and 'Tier 3'. The main content area has a search bar with 'Gemba' entered and a '+ Agregar Acción' button. Below is a table with columns for Description, Priority, Category, Records, Line, Responsible, Creation Date, Due Date, Days Passed, Status, and Actions.

Descripción	Prioridad	Categoría	Registros	Línea	Responsable	Fecha Creación	Fecha Vencimiento	Días Transcurridos	Estado	Acciones
Ordenar cable por el área de la impre...	1	Gemba		Sin Línea	Delgado, Fabian	6/27/2025	7/12/2025	17	Vencido	
Mover la cinta roja con blanco detrás...	2	Gemba		Sin Línea	Venegas, Silvia	6/27/2025	7/26/2025	17	Abierto	

Fuente: Elaboración propia.

## **Resumen de Impacto Económico Total Anual**

Para este proyecto de mejora en la línea 4 de Enteral Feeding se generan dos tipos de ahorros los cuales son:

- Ahorro tipo 1: Ahorro económico directo y cuantificable:

Este tipo de ahorro se refiere a reducciones en los costos operativos tangibles que se pueden medir directamente y que impactan de forma inmediata en los estados financieros como en este caso lo es la reducción de personal, ya que se logro optimizar a 4 personas para esta línea lo cual implica un ahorro anual importante en temas de salarios y cargas sociales, lo cual representa el monto de \$57.600 anuales

- Ahorro tipo 2: Ahorro económico indirecto:

Este ahorro no se refleja de inmediato en los estados financieros mas sin embargo si mejora la eficiencia global y sostenibilidad del proceso tal y como lo es el incremento de productividad, gracias a que la mejora en el flujo y la estandarización de las operaciones permitieron pasar un produccion de 188 cajas diarias a 300 cajas diarias la cual genera un ingreso adicional de \$14.400 dólares anuales

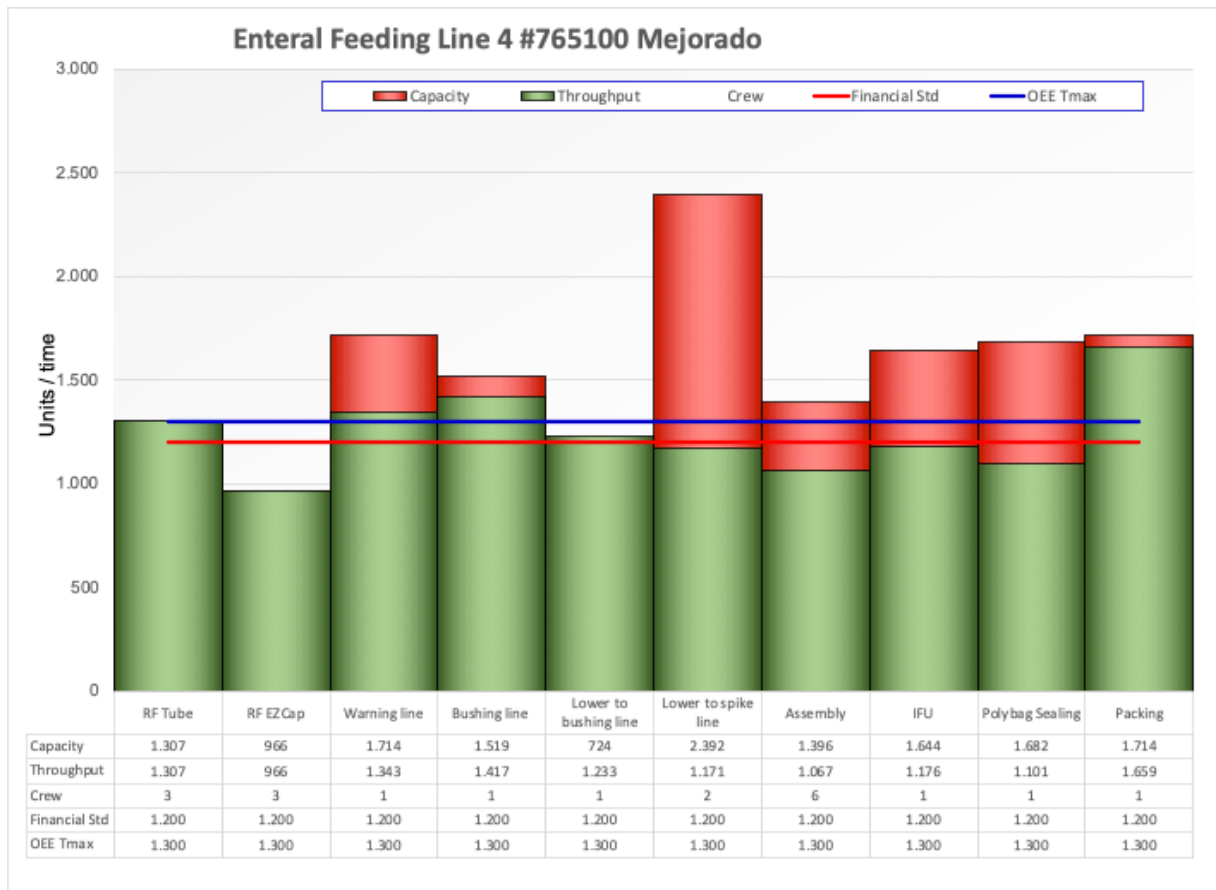
Componente	Valor	Tipo de Ahorro
Reducción de personal (4 operarios)	\$57,600	Ahorro 1
Ahorro de costos fijos	\$14,400	Ahorro 2
Total estimado de ahorro	\$72,000	

### 5.5. Conclusión Ejecutiva

La intervención en la Línea 4 no solo eleva significativamente su productividad, sino que genera una reducción directa de costos y una mejora en la estructura de costos fijos, consolidando una mejora integral del desempeño económico de la planta. Estos resultados reflejan una gestión eficiente del recurso humano y del apalancamiento operativo, alineados con los objetivos estratégicos de rentabilidad y sostenibilidad.

A continuación, tenemos como resultado el Grafico de Capacidad (Referirse a la Figura 31. Capacity profile improved) después de la implementación de las acciones de la propuesta de mejora:

Figura 41. Capacity profile Improved.



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico que se parecía en la Figura 41. Capacity Profile Improved, permite observar la mejora en la capacidad de los procesos, en comparación al Capacity Profile que se analiza en la Figura 11, antes de la implementación de las acciones. Estas mejoras se pueden enlistar a continuación:

- Con respecto al número de operadores requeridos por estación, se reduce el número de operarios de la estación de Assembly de 8 a 6 operarios. Las demás estaciones conservan la misma cantidad de operadores.

- Para los valores de capacidad tenemos que la estación de RF EZCap mejora su capacidad de 871 a 966, lo cual indica que las acciones implementadas mejoraron la capacidad de las estaciones más deficientes respecto a este valor.
- Para el Valor de Throughput tenemos que las estaciones mejoren su rendimiento de velocidad observada: RF Tube paso de 1,147 a 1,307, RF EZCap paso de 871 a 966, Bushing line paso de 945 a 1,417, Lower to Bushing paso de 616 a 1,233, y por último la estación de Assembly paso de 860 a 1,067. Por lo tanto, vemos un aumento en el valor de Throughput en 5 de 10 estaciones del proceso de producción de línea 4.
- El valor de Financial Standard se mantiene en 1,2 para todo el proceso. A igual que el valor de OEE Tmax con 1,3.

## **VI. Conclusiones y recomendaciones.**

## 6.1 Conclusiones.

Inicialmente, se llevó a cabo la recopilación exhaustiva de información para identificar las áreas críticas que impactaban la eficiencia en la línea de producción de bolsas de suplementos alimenticios, específicamente en la línea 4 de la empresa Cardinal Health. A través de observaciones, entrevistas y mediciones detalladas, se delinearon las causas fundamentales que afectaban tanto los tiempos de producción como los costos operativos asociados.

Al seguir investigando más a profundidad el tema se realiza la creación de un Diagrama de Flujo y un Diagrama SIPOC ofreció una visualización clara de las tareas implicadas en el proceso de producción. Este enfoque visual permitió una comprensión profunda de las operaciones actuales y sirvió como base para identificar áreas potenciales de mejora.

Importante también la aplicación del Diagrama de Ishikawa, con la participación del personal directamente involucrado en el proceso de producción, agregó una capa adicional de perspicacia. Estas sesiones de trabajo en equipo permitieron una identificación más profunda de los factores contribuyentes a los desafíos operativos y generaron valiosas ideas para futuras mejoras.

Durante las sesiones de trabajo en equipo, cada miembro aportó su experiencia única y conocimiento especializado, permitiendo una identificación más profunda de los factores que contribuyen a los problemas identificados en el proceso. Estas interacciones no solo arrojaron luz sobre las causas fundamentales de los desafíos, sino que también fomentaron la generación de ideas innovadoras y prácticas para abordar eficazmente las áreas de mejora.

En resumen, la combinación de análisis visual, estudios detallados de tiempos y la participación del personal ha proporcionado una base sólida para la identificación y ejecución

de mejoras en la eficiencia de la línea 4 de Cardinal Health. La continua aplicación de estos enfoques metodológicos y la implementación de las recomendaciones sugeridas asegurarán una mejora continua en la eficiencia operativa y la reducción de costos asociados

## **6.2 Recomendaciones.**

Desde una perspectiva estratégica, el crecimiento previsto en el área de KEF de Cardinal Health, con la apertura de 15 nuevas líneas de producción para el 2024, plantea desafíos significativos en la planificación y organización. Es esencial abordar estos desafíos para evitar desbalances en la eficiencia operativa y minimizar los impactos negativos en los tiempos de producción y los costos asociados. Se sugiere:

1. **Planificación Estratégica:** Evaluar la capacidad actual y futura de producción frente a la expansión proyectada. Implementar un enfoque de planificación estratégica que considere los desafíos operativos y las oportunidades de mejora en la línea 4.
2. **Evaluación Continua:** Adoptar un enfoque proactivo hacia la evaluación continua de la capacidad de producción, especialmente con la incorporación de nuevas líneas. Utilizar herramientas de ingeniería industrial para monitorear y anticipar cualquier desequilibrio en los tiempos de respuesta y costos operativos.
3. **Uso de Herramientas de Ingeniería Industrial:** Continuar utilizando herramientas como el Diagrama de Flujo, el Diagrama SIPOC, el Diagrama Ishikawa, el Diagrama de Pareto, el cálculo de tiempos estándar, las hojas de ruta y el Diagrama de Gantt. Estas herramientas han demostrado ser fundamentales para diagnosticar, medir, analizar y priorizar causas, así como para proponer alternativas de mejora.

4. Monitoreo a Largo Plazo: Garantizar la continuidad en el monitoreo de las mejoras implementadas. Identificar plenamente los impactos derivados de las iniciativas de mejora en un período mayor a dos meses, lo que permitirá evaluar la sostenibilidad de las mejoras y realizar ajustes según sea necesario.
5. Capacitación y Desarrollo Continuo: Crear un proceso robusto de capacitación de personal con ayudas visuales como lo son las hojas de trabajo estándar, así como también tengan conocimiento de cómo se aplica un capacity profile a la línea, para que de esta forma puedan distribuir mejor su tiempo en las estaciones de trabajo necesarias especialmente ante la incorporación de nuevas líneas de producción. Asegurar que el equipo esté equipado con las habilidades necesarias para operar eficientemente y adaptarse a cambios en el entorno de trabajo.
6. Creación de procedimientos: esto permitirá estandarizar e ingresar las recomendaciones 1, 2, 3, 4, y 5 al Sistema de Calidad y llevar un control documentado de los procesos. Los parámetros que se encuentran validados en el procedimiento no se seguían de manera correcta por lo que se creó una hoja de trabajo estándar con base al procedimiento para asegurar el cumplimiento de estos parámetros, por lo que no se requiere la actualización de los procedimientos, sin embargo, se hace la recomendación para mejorar y aclarar la redacción de los mismos. En caso de que los procedimientos pertinentes se actualicen, generaran una actualización ligada a la Hoja de Trabajo Estándar,

## V11. Bibliografía.

Gutarra Meza, F. (2015). Introducción a la Ingeniería Industrial. Huancayo: Fondo Editorial de la Universidad Continental.

Gutiérrez Pulido, H. (2020). Calidad y productividad. McGraw-Hill. INDU<https://wwwwebooks7-24-com-uh.knimbus.com:443/?il=10411>

Barbosa Valdovinos, J. A., & Hernández Mujica, J. G. (2016). Aplicación de herramientas y técnicas de mejora en la productividad, mediante la aplicación del método japonés de las 5S del Albergue Hilda Ceballos de Moreno. Instituto Tecnológico de Colima.

Molina Solís, R. (2023). Perspectivas de la calidad. (Diapositivas 1 a 99). <https://uhispano.sharepoint.com/:b:/r/sites/2023-Q3-GR-HE-G2-INDU-113-TEOKJ630PM-930PM-MOLINASOLISROLAND/Materiales%20de%20clase/Presentaciones/Tema%20%232/Perspectivas%20de%20la%20calidad.pdf?csf=1&web=1&e=bjPi5Y>

Bley, A. S., & Cárdenas, L. F. A. (2019). Planificación y control de proyectos. Alpha Editorial.

Molina Solís, R. (2023). Calidad, productividad y competitividad. (Diapositivas 1 a 53) <https://uhispano.sharepoint.com/:b:/r/sites/2023-Q3-GR-HE-G2--113-TEOKJ630PM-930PM-MOLINASOLISROLAND/Materiales%20de%20clase/Presentaciones/Tema%20%231/Tema%201%20Calidad,%20productividad%20y%20competitividad.pdf?csf=1&web=1&e=otJZ3N>

Richard B. Chase, F. R. (2009). Administración de Operaciones - Producción y Cadena de Suministros. Monterrey: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Andrade, A. M., A Del Río, C., & Alvear, D. L. (2019). Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado. Información tecnológica, 30(3), 83-94.

Valerio Zambrana, L. A. (2018) Mejoramiento del diseño de proceso de empaque secundario en la Compañía Allergan Costa Rica en el primer cuatrimestre del año 2018. UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA. <http://13.87.204.143/xmlui/handle/cenit/3246>

Peña, C. V., & Labarca, N. (2012). Calidad y estandarización como estrategias competitivas en el sector agroalimentario. Revista Venezolana de Gerencia, 17(60), 695708.

Fachal, C., & Motti, V. (2008). La ergonomía y el ámbito laboral. Recuperado de <http://laergonomiayelambitolaboralblogspot.com>.

Productivity Press Development Team. (2002). 5S for Operators: 5 Pillars of the Visual Workplace. Productivity Press.

George, M. L. (2002). Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Production Speed. McGraw-Hill.

Torres-Navarro, C., & Callegari-Malta, N. (2016). Criterios para cuantificar costos y beneficios en proyectos de mejora de calidad. Ingeniería Industrial, 37(2), 151-163.

Morris, L. H., Chávez, L. G., Lozano, D. F., Mejía, D. H., Arias, J. L., Ospina, J. J., & Salazar, O. J. (2022). Prototipo funcional para el mejoramiento del proceso productivo en MiPymes de manufactura y su aproximación a la Industria 4.0. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 16(31), 70-80.

Doran, G. T. (1981). There's a S.M.A.R.T. forma de redactar las metas y objetivos de la gerencia. *Revisión de la Gestión*, 70(11), 35–36

Deming, W. E. (1986). *De Salir de la Crisis*. Cambridge University Press.

Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill.

Ishikawa, K. (1986). *Guide to Quality Control* (2nd ed.). Asian Productivity Organization.

Montgomery, D. C. (2013). *Introduction to Statistical Quality Control* (7th ed.). Wiley.

Goetsch, D. L., & Davis, S. B. (2014). *Quality Management for Organizational Excellence: Introduction to Total Quality* (7th ed.). Pearson.

RF tubo	RF ezcab	Warning	Bushing	Lower to bushing	Lower yo spike	Ifu	Assembly	Polybag	Packing	
17,59	17,6	2,15	4,79	6,2	6,8	5,17	17,86	3,84	2,1	
16	17,1	3,18	4,56	6,4	6,5	4,1	19,63	5,96	2,16	
16,78	16,98	3,24	3,69	6,15	5,95	3,12	18,82	3,96	2,19	
17,45	16,76	4,79	3,98	6,28	6,8	3,51	19,87	4,74	2,23	
16,98	16,5	2,89	5,01	6,58	6,8	3,1	18,78	3,22	2,16	
18,89	17,98	3,17	4,56	5,98	5,98	3,71	17,89	6,28	2,13	
19,76	17,09	4,1	5,3	6,17	6,7	3,72	19,87	4,41	2,25	
17,52	14,9	3,21	4,89	6,36	6,86	3,51	18,56	4,89	2,23	
17,23	16,3	2,8	4,78	6,5	5,5	3,82	17,53	4,78	2,1	
18,19	15,16	3,6	6,29	6,21	5,21	3,93	18,58	5,65	2,1	
17,639	16,637	3,313	4,79	6,283	6,3	3,77	18,7	4,8	2,17	Promedio

Cuadro datos pre muestreo de tiempos línea 4.

## V111. Anexos.

### Declaración jurada

#### DECLARACIÓN JURADA

Yo Keylor Vinicio Serrano Amaya, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 604710535 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato en ingeniería Industrial , juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Mejora de eficiencia de la línea 4 de Enteral Feeding en la empresa Cardinal Health Costa Rica para el tercer cuatrimestre del 2024, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los \_\_\_\_\_19\_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_Febrero\_\_ del año dos mil \_\_\_\_\_25\_\_\_\_\_.

  
Keylor Serrano (Jun 19, 2025 15:07 MDT)

Firma del estudiante

Cédula 604710535

## Carta aprobación del tutor

### CARTA DEL TUTOR

14 de julio 2025

**Destinatario**  
**Carrera**  
**Universidad Hispanoamericana**

Estimado señor:

La estudiante Keylor Serrano Amaya, cédula de identidad 60471535, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "MEJORA DE EFICIENCIA DE LA LÍNEA 4 DE ENTERAL FEEDING EN LA EMPRESA CARDINAL HEALTH COSTA RICA PARA EL TERCER CUATRIMESTRE DEL 2024, el cual ha elaborado para optar por el grado de Bachillerato en ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos, resultados económicos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	8
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	18
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	30
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	18
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	18
	TOTAL		92

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

HECTOR JESUS RAMIREZ  
 MORA (FIRMA)

Digitally signed by HECTOR  
 JESUS RAMIREZ MORA (FIRMA)  
 Date: 2025.07.14 23:49:31  
 -06'00'

**Ing. Héctor Ramírez Mora, Eng.**  
 Cédula identidad 1 1296 0047  
 Carné Colegio Profesional IPI-24135

## Carta del lector

San José, 20 de Julio de 2025.

Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación.

Universidad Hispanoamericana

Estimados Señores:

Como lector de este proyecto, he revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado: "MEJORA DE EFICIENCIA DE LA LÍNEA 4 DE ENTERAL FEEDING EN LA EMPRESA CARDINAL HEALTH COSTA RICA PARA EL TERCER CUATRIMESTRE DEL 2024", elaborado por el estudiante Keylor Serrano Amaya, como requisito para que el estudiante pueda optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos de forma y de contenido exigidos por la Universidad Hispanoamericana, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Cordialmente,

Ing. Manuel Méndez Flores, MSc.

IPI-18990

Cédula 1-1113-0022

**MANUEL  
ALEJANDR  
O MENDEZ  
FLORES  
(FIRMA)**

Firmado  
digitalmente por  
MANUEL  
ALEJANDRO  
MENDEZ FLORES  
(FIRMA)  
Fecha: 2025.07.20  
22:09:23 -06'00'

## Carta de autorización CENIT

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA  
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)  
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA  
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA  
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 19/06/2025


Señores:  
Universidad Hispanoamericana  
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Keylor Vinicio Serrano Amaya con número de identificación 604710535 autor (a) del trabajo de graduación titulado: Mejora de eficiencia de la línea 4 de Enteral Feeding en la empresa Cardinal Health Costa Rica para el tercer cuatrimestre del 2024 presentado y aprobado en el año 2025 como requisito para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial; (SI) autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

  
Keylor Serrano (Jun 19, 2025 15:12 MDT)  
Firma y Documento de Identidad