

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE
ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



"OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS
MANUFACTUREROS MEDIANTE
TÉCNICAS LEAN"

TRABAJO FIN DE GRADO

Septiembre -2022

AUTOR: Sergio López Donderis

DIRECTOR: Ignacio Mira Solves

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES	4
2.	LA EMPRESA ¹	5
2.1.	HISTORIA DE LA EMPRESA	5
2.2.	INTRODUCCIÓN AL FLUJO PRODUCTIVO	10
2.3.	ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA.....	12
2.4.	ESTÁNDARES DE CALIDAD	13
3.	DESCRIPCIÓN DE HERRAMIENTAS	14
3.1.	ESTRUCTURA DEL <i>LEAN MANUFACTURING</i> ²	15
3.1.1.	El tejado: excelencia en operaciones.	16
3.1.2.	Los pilares: Just In Time y Jidoka.....	17
3.1.3.	Los cimientos: Trabajo estandarizado – Factor humano – <i>Kaizen</i> 17	
4.	DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA Y PROPUESTA DE TRABAJO	25
4.1.	LÍNEA BIBERONES.....	25
4.1.1.	Redistribución de operaciones según destreza.	32
4.1.2.	Automatización línea biberones.	40
4.1.3.	Nuevo <i>layout</i> para las líneas de biberones.....	45
4.1.4.	Modelo cinco operarias en la línea de enfajado:	48
4.2.	LÍNEA MANUALES	54
4.2.1.	Revisión recetas del recurso mesa al recurso cinta.....	55
4.2.2.	Instalación de una segunda línea del recurso cinta.....	61
5.	IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN PROPUESTO	63
5.2.	ACTUACIONES INICIALES	63
5.3.	ACTUACIONES FUTURAS	70
6.	EVALUACIÓN Y VALORACIÓN FINAL	73
7.	ANEXOS	76
7.1.	ANEXO I: Distribución de cargas de trabajo según destreza y ahorro de costes.	76
7.1.1.	Distribución tareas:	76
7.2.	ANEXO II: Estudio de viabilidad económica automatización línea de biberones.....	83
7.3.	ANEXO III: Distribución de cargas de trabajo con procesos automatizados.	87
7.4.	ANEXO IV: Distribución de cargas de trabajo en la línea de enfajado.....	95
7.5.	ANEXO V: Cálculos cambio de producción del recurso mesa al recurso cinta. 102	

7.5.1	Distribución tareas	102
7.5.2.	Ahorro de costes en recurso cinta	111
7.	BIBLIOGRAFÍA	115
8.	ÍNDICES.....	116
8.2	ÍNDICE ILUSTRACIONES	116
8.3	ÍNDICE TABLAS	119



1. ANTECEDENTES

Hoy en día vivimos en un mundo globalizado, donde el intercambio de información y conocimientos se produce a una velocidad nunca vista antes, y esto no es diferente para las técnicas de fabricación. Este hecho genera una situación donde si uno no se mantiene al día con los cambios que se producen, se queda atrás, y desde el punto de vista de la empresa implica la no rentabilidad del negocio. Es por lo que desde Suavinex se trabaja en pos de la mejora continua para continuar a la cabeza del mercado de la puericultura a nivel nacional y proseguir su expansión en los mercados internacionales.

Desde el departamento de producción se pretende lograr una mejora que signifique una mayor optimización de los procesos productivos manufactureros, para ello, y como objetivo principal de este trabajo, haremos uso de las diferentes herramientas que el *Lean Manufacturing* nos brinda.

Para el desarrollo de dicho proyecto, me valaré de la experiencia que he adquirido durante el tiempo que he estado trabajando en el departamento de producción, realizando las mediciones pertinentes para el estudio del caso.

Desde un punto de vista técnico, el grueso del proyecto analizará las productividades pasadas de distintos productos para así conseguir una mejora en los tiempos de producción mediante diferentes soluciones, adecuando estas según el producto analizado, priorizando aquellas con una mínima inversión o de tipo organizativo. Además, se realizará un análisis de viabilidad económica del proyecto propuesto, mostrando en él las diferentes alternativas estudiadas. Dentro del proyecto, mantener los estándares actuales de calidad y seguridad laboral serán dos factores fundamentales a tener en cuenta.

Como resultado de la aplicación de dichas mejoras se espera entre otras ventajas:

- Disminución del coste de mano de obra.
- Reducción del tiempo de receta (tiempo necesario para producir 1000 uds de un determinado producto).

2. LA EMPRESA ¹

La empresa Suavinex es una empresa del sector de la puericultura ligera dedicada a la fabricación de artículos específicos para la lactancia materna, la lactancia artificial, chupetes y broches. Además de pequeños electrodomésticos, una amplia gama de tratamientos corporales para embarazadas, mamás y bebés, higiene, dentición, menaje o una línea textil, entre otros, siendo una empresa pionera en el desarrollo de dichos productos. Años de aprendizaje, trabajo y esfuerzo que han convertido a la empresa en una marca de referencia en el sector de la puericultura ligera. De la mano de Suavinex, los chupetes, biberones y broches son hoy auténticos complementos de moda capaces de adoptar ese toque especial de calidad y tendencia.

Todo un universo de detalles en el que la esencia con la que nació Suavinex convive con el compromiso constante por estar en la vanguardia para seguir compartiendo momentos únicos en familia.

2.1. HISTORIA DE LA EMPRESA

1980 – Nacimiento de la empresa:

Se constituye Exclusivas Rimar, la primera compañía del Grupo dedicada a la fabricación de productos de higiene femenina e infantil.



Ilustración 1 Máquina de discos de lactancia. Fuente: Suavinex.

¹ Fuente: Suavinex. (2022). Disponible en: <https://www.suavinex.com/>

1983 – Primeros pasos en el sector de la puericultura ligera:

Suavinex S.A comienza su andadura en el sector de la puericultura ligera distribuyendo de forma exclusiva a través del canal farmacia. La empresa cambia de instalaciones e inicia la diversificación de sus productos.



Ilustración 2 Chupetes con tetina fisiológica. Fuente: Suavinex.

1988 – Pioneros en lanzar al mercado la tetina 3 posiciones:

Suavinex lanza al mercado la tetina 3 Posiciones, un sistema pionero que permite adaptar el flujo de salida del líquido del biberón al ritmo de succión del bebé y al tipo de alimento.



Ilustración 3 Tetina 3 posiciones. Fuente: Suavinex.

1922 – Internacionalización:

La compañía comienza a dar sus primeros pasos en el exterior con la entrada en diferentes mercados europeos.



Ilustración 4 Cajas de producto terminado. Fuente: Suavinex.

1998 – Suavinex crece y se consolida en España:

Suavinex crece y se consolida en el mercado español como una marca de referencia en el sector de la puericultura ligera. Calidad, innovación y diseño dan forma a unos accesorios que van tomando protagonismo dentro de los artículos para el bebé.

2004 – Inauguración de las nuevas instalaciones:

Comienza la actividad en la nueva planta del Grupo en el polígono de Las Atalayas en Alicante (España).

2007 – Impulso a la formación de enfermeras y matronas:

Suavinex impulsa un completo programa formativo y de actividades para respaldar la labor de matronas y enfermeras de neonatología y pediatría.

2008 – Creación de la planta de producción en Eslovaquia:

Finaliza la construcción de la nueva planta de producción del Grupo en Krušovce.(Eslovaquia).



Ilustración 5 Vista planta de Eslovaquia. Fuente: Suavinex.

2008 – Lanzamiento de la primera edición limitada de productos:
Suavinex entra de lleno en el circuito de la moda y las últimas tendencias con el lanzamiento de su primera Edición Limitada. La marca se convierte en la primera firma de puericultura en transformar los chupetes, biberones y broches en auténticos complementos de moda para el bebé.

2009 – El éxito de ventas de Baby Cologne:
La empresa consolida su posición en el sector de las fragancias infantiles con Baby Cologne convirtiendo este perfume en un producto líder en el mercado español.



Ilustración 6 Baby Cologne. Fuente: Suavinex.

2010 – Suavinex es líder en el sector de la puericultura ligera en España:
La empresa consolida su liderazgo asentándose como número 1 en el mercado de la puericultura ligera en España en las categorías de chupetes, biberones y tetinas.

2011 – La nueva línea de cosmética:

Sale al mercado el nuevo concepto de cosmética de Suavinex. El *restyling* de una completa línea de productos para el cuidado de la piel del bebé y la mujer durante y después del embarazo que conjuga calidad, eficacia y sofisticación.

2013 – Lanzamiento del canal online:

La empresa apuesta por el canal online, como nuevo espacio de venta directa al consumidor y por la personalización de sus productos como valor diferencial.

2015 – Apertura de las filiales de Francia e Italia:

La compañía sigue creciendo y se asienta en Italia y Francia a través de dos nuevas filiales. La presencia internacional de Suavinex engloba a más de 40 países.

2017 – Suavinex abre su primera *Flagship*:

Living Suavinex Milán abre sus puertas al público ofreciendo un nuevo espacio en el que comprar productos de la marca y vivir experiencias de valor en torno a ella.



Ilustración 7 Living Suavinex Milán. Fuente: Suavinex.

2018 – Inauguración de las nuevas oficinas centrales de Suavinex:

Suavinex concluye la remodelación de sus oficinas centrales en Alicante. Unas nuevas instalaciones con espacios abiertos, creativos y llenos de detalles que acogen un gran *showroom Living Suavinex*.



Ilustración 8 Showroom Living Suavinex. Fuente: Suavinex.

2019 – Reformulación de la línea cosmética:

Suavinex lanza su nueva línea cosmética pediátrica y de maternidad. Fórmulas con mayores porcentajes de ingredientes de origen natural y un firme compromiso medioambiental, apostando por envases biobasados provenientes de materias primas renovables.

2020 – Grupo Suavinex celebra su 40 aniversario:

Suavinex cumple 40 años de andadura en el sector del cuidado del bebé y la maternidad. Una trayectoria consolidada que ha situado al Grupo en una posición de liderazgo, en la que la calidad y el diseño se entremezclan con una apuesta constante por la innovación.

2.2. INTRODUCCIÓN AL FLUJO PRODUCTIVO

Las instalaciones de Suavinex en Alicante están compuestas por las oficinas centrales, el almacén logístico y la planta de producción. Centrándonos en esta última, la cual es objeto de estudio de este trabajo, está compuesta por cinco áreas diferenciadas: Inyección, discos de lactancia, serigrafía, tampografía y puericultura. En inyección cuenta con once máquinas de inyección, de las cuales dos tienen la capacidad de realizar moldeado por inyección múltiple, siendo capaces de inyectar dos materiales diferentes a la misma pieza. En el área de serigrafía cuenta con dos líneas de producción, donde se decoran los biberones, mientras que en tampografía cuenta con una única línea para la decoración de chupetes, ya que la producción y decoración de estos se realiza exclusivamente en la planta de Eslovaquia. Por último, en el área de puericultura, se cuenta con

una línea de envases de blíster, una de envase de cajitas, una línea de trabajos manuales para productos con bajo volumen de producción, una línea con horno de film, y 4 líneas de montaje de biberones, una de ellas preparada con una enfajadora automática.

En función del producto, podemos encontrar algunas diferencias a lo largo del proceso productivo. Desde un punto de vista global, la materia prima/mercadería accede al almacén y se clasifica como un código 1*, tras ello la materia prima se procesa en la zona de inyección en diferentes piezas, que regresan al almacén como un código 2* (producto semielaborado), también podría ser el caso de las botellas de biberones que entrarían a serigrafía sin decoración y saldrían decoradas también como un código 2*. Por último, pasarían a puericultura donde los diferentes productos donde serían ensamblados en su línea correspondiente según sus necesidades, pasando estos a ser un código 3* (producto terminado) y regresando a almacén listos para la distribución.

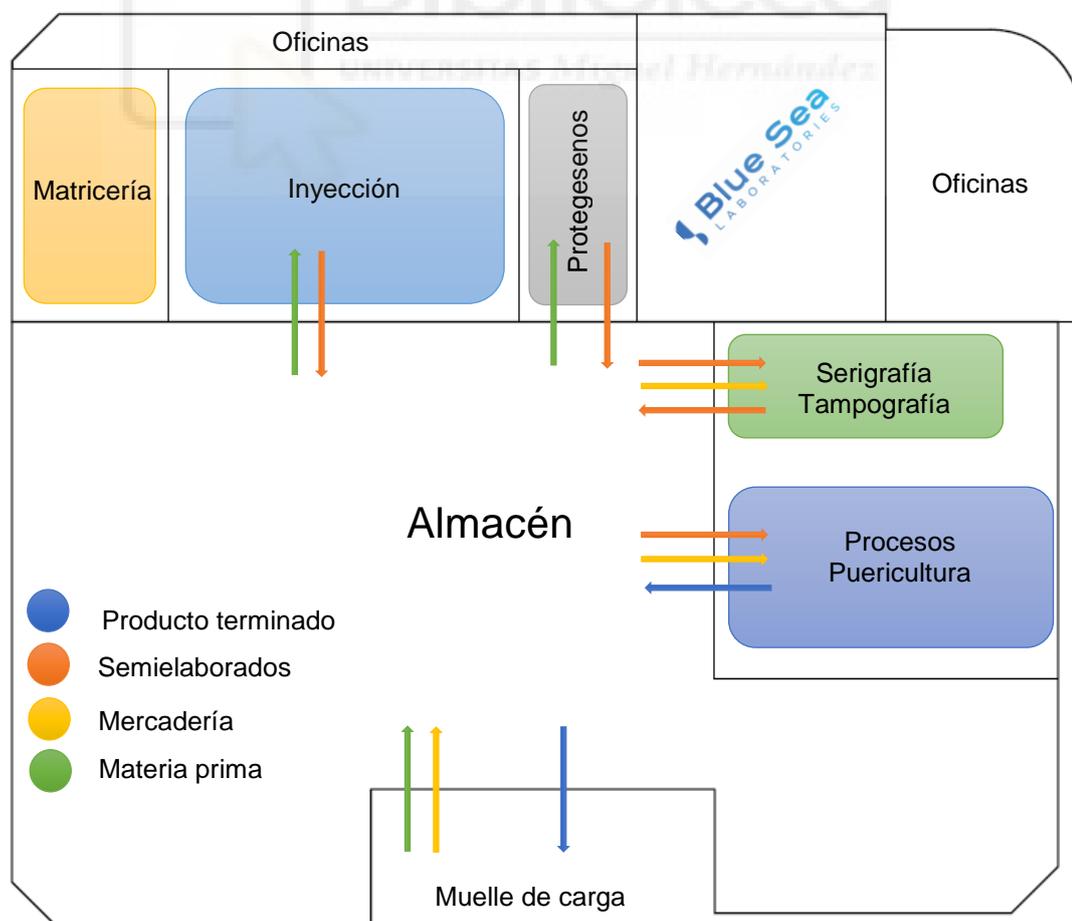


Ilustración 9 Esquema movimiento producto. Fuente: Elaboración propia.

2.3. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

El principal objetivo de la empresa es ser líderes en puericultura ligera dentro del sector del comercio al por mayor de productos farmacéuticos según la clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE) 4646. Para ello, la empresa ha sido pionera a lo largo de su historia con la implantación de la tetina tres posiciones o el biberón ZERO.ZERO™, también cuenta con una amplia gama de modelos capaces de adoptar ese toque especial de calidad y tendencia.

Además, Suavinex es una empresa comprometida con el medio ambiente, de ahí que tanto el cartón como el papel utilizado en los envases de la línea cosmética de Suavinex provienen ya de materia 100% reciclada. Un proyecto que se hará extensible de forma progresiva al resto de productos de la marca.

Para llevar a cabo su actividad económica, Suavinex cuenta con más de 450 profesionales alrededor del mundo, con unos 200 trabajadores en la planta del polígono industrial de las Atalayas (Alicante), de los cuales aproximadamente el 40% pertenecen a producción, organizados en una jornada a dos turnos de lunes a viernes en puericultura y tres turnos para inyección para así obtener una mejor relación productividad/costes.

Como herramienta fundamental para ejecutar su modelo de negocio, la empresa utiliza un software de planificación de recursos empresariales (en inglés, *entreprise resource planning*, más conocido por sus siglas ERP) implantado desde 2008, para la gestión de procesos de negocio, facilitando así el procesamiento eficaz de datos y el flujo de información entre los diferentes departamentos.

2.4. ESTÁNDARES DE CALIDAD

Desde Suavinex se busca que sus artículos sean sinónimos de seguridad y confianza, y gracias al trabajo de sus empleados, con el departamento de calidad como eje principal, la empresa se somete a auditorías externas e internas, con unos estándares de calidad por encima de lo exigido por normativa, para así ofrecer el mejor producto en las mejores condiciones para el consumidor.

Para certificar dichos estándares de calidad, Suavinex es miembro del Comité Europeo *Child Use and Care Articles*, organismo encargado de elaborar y actualizar la normativa para los productos de puericultura, además todas las tetinas de sus biberones y chupetes están recomendadas por las Sociedad Española de Odontopediatría (SEOP).

Por otra parte, la fabricación de los artículos de puericultura ligera de Suavinex se realiza en la Comunidad Europea, permitiendo así tener un control exhaustivo de todo el proceso. La empresa cuenta con diferentes avales de certificación, como la ISO 9001:2015, que determina los requisitos para un Sistema de Gestión de la Calidad o la 14001:2015, estándar internacional de gestión ambiental acreditada por AENOR.

3. DESCRIPCIÓN DE HERRAMIENTAS

Los mercados asentados se caracterizan por la abundante y variada oferta de productos y servicios que se le ofertan al cliente. Las empresas, sumergidas en un entorno hipercompetitivo a nivel mundial, han sido capaces de adaptarse mediante calidad, prestaciones y diferenciación.

Consecuentemente, esto ha implicado el acortamiento del ciclo de vida de los productos, seguido de una reducción en el tamaño de lote a producir.

Para que dicha evolución haya sido posible, ha sido necesaria la mejora de los métodos de gestión productivos y el desarrollo tecnológico; ambas mejoras han posibilitado mejorar las prestaciones del producto, ajustándolo a los requerimientos y gustos del consumidor.

En consecuencia, el modelo productivo se ha desarrollado desde la producción en masa hacia la producción personalizada, aumentando así la agilidad y flexibilidad.

El nuevo modelo de la oferta de productos responde a cuatro direcciones de desarrollo: prestaciones, customización, productividad y diseño.

Por ende, para lograr con éxito la implantación de la estrategia de producción personalizada, será necesario el uso de metodologías y herramientas que permitan eliminar los desperdicios.

El *Lean Manufacturing* o Fabricación Ajustada en castellano, es una filosofía de trabajo que tiene como objetivo el minimizar los desperdicios generados en la actividad productiva de la empresa.

Trata de optimizar al máximo el proceso productivo, para así poder evitar, hasta donde se pueda, el gasto innecesario de recursos de la compañía que no aportan valor, mejorando así la productividad de las operaciones.

Dentro del *Lean Manufacturing* se catalogan los siguientes tipos de desperdicios, los cuales se tenderán a minimizar: la sobreproducción, movimientos innecesarios, exceso de inventarios, desperdicios en transportes, fallos y reparaciones, sobre procesamientos o tiempos de espera.

3.1. ESTRUCTURA DEL *LEAN MANUFACTURING* ²

El *Lean Manufacturing*, desde un punto de vista global se puede definir como una filosofía de trabajo que desencadena en una forma de vida para las organizaciones, su verdadera virtud radica en permitir y promover una mejora continua, dando lugar a diferentes mejoras logrando así una optimización del sistema productivo mediante la identificación y eliminación de desperdicios.

Cuando una organización decide aplicar los principios del *Lean Manufacturing*, siempre esperará obtener el mejor rendimiento por definición, siempre y cuando tenga claro que, dadas las condiciones cambiantes de un mundo globalizado, deberá de ser capaz de tener la flexibilidad necesaria para así poder adaptarse rápidamente a los cambios, esto será posible gracias a diferentes metodologías y herramientas, mejorando, previendo y solucionando diferentes problemas.

Para una mejor comprensión y visualización de los principios del *Lean Manufacturing*, se empleará el esquema de “La Casa del Sistema de Producción Toyota”, la cual ejemplifica las técnicas y filosofía, mediante la metaforización del mismo en una casa, lo cual escenifica que serán necesarios unos cimientos fuertes, de la misma forma que las columnas deberán de serlo también, sino el tejado de la casa se desmoronaría, causando así el fallo del sistema.

² Fuente: Hernández Matías, J. y Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean Manufacturing. Concepto, técnicas e implantación*. Madrid: EOI ESCUELA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL. Disponible en: <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>

² Material formativo de la empresa. (s.f.). *Curso Lean Manufacturing Suavinex*.

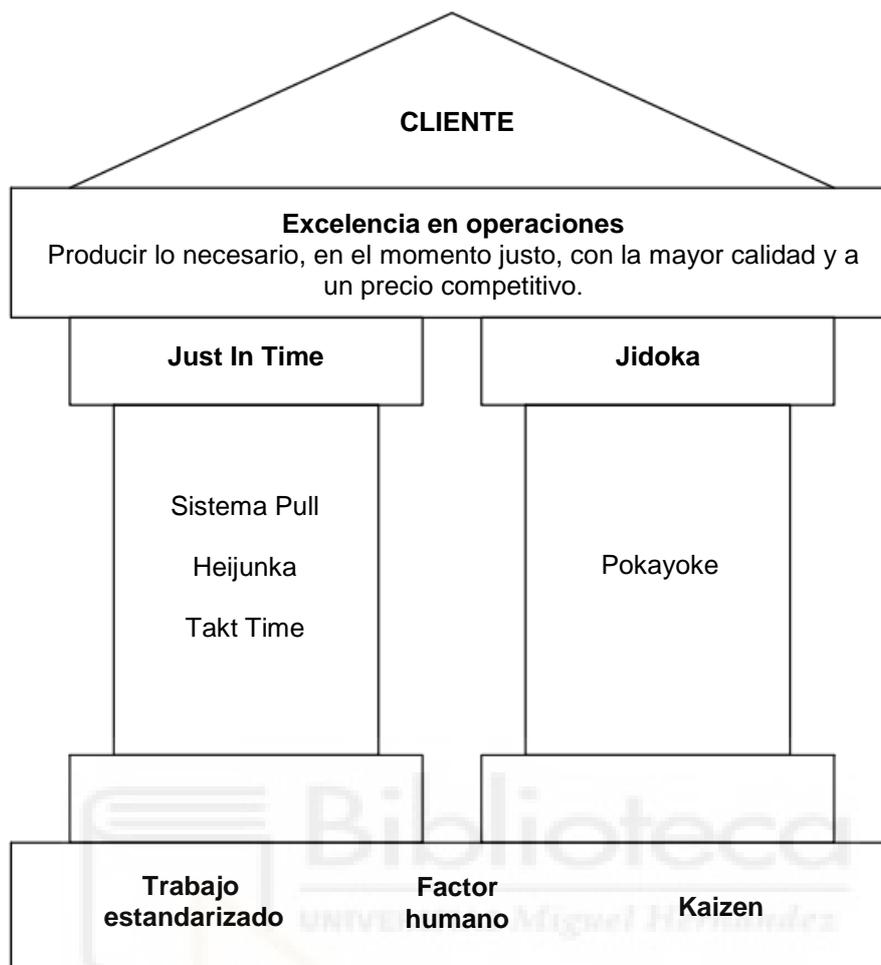


Ilustración 10 La Casa del Sistema de Producción Toyota. Fuente: Hernández Matías, J. y Vizán Idoipe, A. (2013).

3.1.1. El tejado: excelencia en operaciones.

El tejado de la casa representa las metas u objetivos de la organización, para ello se sustenta de dos grandes pilares: *Just In Time* y *Jidoka*; los cuales evitan que se caiga lo que hay en el tejado. Pero ¿Cuáles son las metas que se representan en el tejado? El fin de la aplicación del *Lean Manufacturing* no es otro que establecer una serie de mejoras duraderas en el tiempo, como pueden ser la obtención de una mejora en la calidad actual, disminución del número de fallos, acortamiento en los plazos de entrega, reducción de costes productivos...

Dichos atributos mencionados tales como la calidad, el coste operativo o la entrega en plazo son los fundamentos que aportan valor al producto final que le llega al cliente, convirtiéndose estas en las razones de peso para que el cliente

escoja dicho producto. Por lo tanto, es fundamental introducir dichos aspectos a lo largo de todo el proceso de producción para conseguir así la satisfacción del cliente.

3.1.2. Los pilares: Just In Time y Jidoka.

El tejado se ve sostenido por dos columnas que dan el soporte requerido, dichas columnas son *Just In Time (JIT)* y *Jidoka*, comprendiendo un poco más y desarrollando los conceptos, *JIT* es la herramienta más popular del sistema *Lean Manufacturing*, la cual se refiere a producir lo necesario en el momento necesario, siendo este sincronizado según la demanda del cliente, por lo que si se sigue dicha pauta, permite una producción en perfecta sincronía, además de evitar que se genere sobrestock que podría derivar en deterioro, acumulación o producto obsoleto en el futuro entre otras situaciones.

Como el otro pilar encontramos el *Jidoka* (termino japonés que se puede traducir como “autonomización de los defectos” o “automatización con enfoque humano”) profundiza más en capacitar a operarios y maquinaria, de los conocimientos y herramientas para detectar un funcionamiento anormal y así ser capaces de parar el proceso en dicho instante, permitiendo así actuar sobre las causas de los problemas para poder eliminarlas desde la raíz, consiguiendo limitar el fallo a dicho proceso, evitándose que se propague el producto defectuoso aguas abajo del proceso de producción. El objetivo final de *Jidoka* no es otro que aumentar la calidad del proceso productivo para evitar así inspecciones del producto en cualquier fase de su ciclo productivo.

3.1.3. Los cimientos: Trabajo estandarizado – Factor humano – Kaizen

La base de la estructura está formada por la estandarización y nivelación de la producción, además de aplicar metódicamente la mejora continua. De forma habitual a los cimientos se les añade un factor extra, el humano, clave para una correcta y exitosa implementación de la cultura *Lean*, siendo un factor decisivo que el primer eslabón de la empresa que debe de estar dedicado es la alta dirección, seguidos por el resto de los eslabones de la empresa, del primero al último, mediante la implementación de equipos guiados por un líder. La

formación, comunicación, motivación y el liderazgo serán rasgos característicos a resaltar en una organización que se rija por la filosofía *Lean*.

- **Trabajo estandarizado:** ³ Con la estandarización del trabajo se busca resolver de forma óptima la mejor vía de llevar a cabo las operaciones y así alcanzar un nivel de calidad uniforme, un aumento de la productividad y productos estandarizados. Dentro de la cultura *Lean* es una condición necesaria, pues significa progresar de un estándar a otro superior sin dar pasos hacia atrás.

Fundamentalmente, el trabajo estandarizado no es otra cosa que la determinación de un método o sistema para la realización de una determinada operación para así realizarla siempre de la misma manera, obteniendo un resultado homogéneo.

Cuando se ha implementado, se logra estabilización y control de las desviaciones tales como: defectos, variantes, incompatibilidades... Que en este entorno son sencillas de reconocer. En resumen, se puede decir que es el camino más simple para conseguir un trabajo de calidad.

- **Producción nivelada:** Se trata de un método utilizado para la planificación y nivelación de la producción determinado por la demanda del cliente, según volumen y variedad, durante un periodo de tiempo establecido, es decir al ritmo de la demanda que establece el cliente. La idea detrás de este método es la producción de pequeños lotes de diferentes referencias, en ciclos breves de tiempo con cambios rápidos, en vez de trabajar con grandes lotes de una referencia detrás de otra. La implementación de la producción nivelada (*Heijunka* en japonés) trae consigo una serie de ventajas las cuales nos permiten establecer ciertas mejoras tales como: evitar sobreproducciones, permite el establecer un

³ ACMPLEAN. (2018). *Estandarización, la puerta hacia la mejora continua*. Disponible en: <https://acmplea.com/actualidad/estandarizacion-la-puerta-hacia-la-mejora-continua/>

sistema *pull* o la nivelación de la producción con la cadencia de demanda por parte del cliente.

Al implementar dicha técnica no hay que olvidar que el *Heijunka* va de la mano con el sistema *Kanban*, pues colabora para que este tenga una mayor precisión en la planificación de la producción, evitándose la creación de sobre estocajes.

- **Factor humano:** ⁴ La dimensión humana dentro de la filosofía *Lean* parte del supuesto que las personas se erigen como el capital central de la organización. Las empresas que deseen exprimir al máximo la filosofía *Lean* deben comprender los siguientes factores a la hora de buscar la perfección:
 - Delegar responsabilidades.
 - Establecer grupos de mejora continua, mediante la formación constante a lo largo del tiempo.
 - Fomentar el liderazgo, siendo efectivos comunicando y escuchando, para la consecución de la calidad.

Por tanto, es primordial que los grupos de mejora sean multidisciplinares y cuyos miembros estén en contacto con los problemas a resolver. Dichos trabajadores deberán tener los conocimientos necesarios sobre su área de trabajo, así como cierta capacidad de decisión.

Es habitual encontrar en el trabajo diario a personas con muy buenas ideas acerca de cómo mejorar los procesos de producción, pero que, sea por un motivo o por otro, no han llegado a ser expresadas. Mediante estas reuniones, se pretende conseguir que dichas ideas sean pronunciadas, por absurdas que puedan parecer, pues en ocasiones son la respuesta a

⁴ Desarrolla consultores. (s.f.). *La dimensión humana del Lean Manufacturing*. Disponible en: <https://desarrollaconsultores.com/dimension-humana-lean-manufacturing/>

problemas que la dirección no conseguía resolver, fuera por falta de criterio o conocimientos relacionados con el proceso en cuestión.

- **Kaizen:** Para posibilitar la mejora, debemos de conocer los problemas propios de las actividades que buscamos perfeccionar. Si no somos capaces de reconocer la existencia de obstáculos, no conseguiremos la actitud necesaria para solventar éstos. La filosofía japonesa del *Kaizen*, propone incorporar, a lo largo de toda la organización, un espíritu de mejora constante, y en dicha mejora todos los trabajadores se encuentran implicados. Se trata de un sistema de mejora continua e integral que abarca todos los componentes, procesos, actividades, productos y personal de una empresa.

Aplicar *Kaizen* puede tener cierta complejidad, pues afecta a la organización de la empresa y a la mentalidad de sus trabajadores por partes iguales.

- **Value stream mapping (VSM):** traducido al castellano, Mapa del Flujo de Valor, se trata de un sistema gráfico en el cual se realizan diferentes representaciones a través de símbolos, mostrando así los distintos flujos de las distintas actividades de trabajo e información, que se dan a lo largo del proceso productivo, desde el comienzo hasta la llegada al cliente. Su principal funcionalidad es mostrar de manera visual las diferentes acciones que se dan a lo largo del proceso productivo, determinando cuáles de ellas aportan o no valor al producto para poder cuantificar y cualificar así todas las actividades susceptibles de mejora.
- **5's:** Esta es una herramienta que aborda los principios de limpieza y orden en el puesto de trabajo, a través de una idea formal y metódica. El acrónimo "5's" corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen las herramientas y que tienen en común que cuya fonética comienza por la letra "S", como se describe a continuación en la siguiente tabla:

Calificativo		Idea	Aplicación
Castellano	Japonés		
Clasificación	Seiri	Sustraer innecesarios	Eliminar del espacio de trabajo lo que no esté justificado
Orden	Seiton	Situar necesarios	Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz
Limpieza	Seiso	Eliminar suciedad	Mejorar el nivel de limpieza de los puestos de trabajo
Estandarización	Seiketsu	Señalizar anomalías	Prevenir la aplicación de la suciedad y el desorden
Disciplina	Shitsuke	Seguir mejorando	Promover el trabajo en este sentido

Tabla 1 Herramientas 5's. Fuente: Hernández Matías, J. y Vizán Idoipe, A. (2013).

Esta técnica resulta popular a nivel global, puesto que se obtienen muy buenos resultados dada su sencillez y efectividad, por lo que una empresa interesada en aplicar la filosofía *Lean* debería de comenzar por implantar esta herramienta.

Produce resultados medibles, palpables, visuales y con una gran repercusión en un lapso corto. Además, es una forma muy práctica de que el recurso humano sea consciente de la relevancia e impacto que pueden tener dichas acciones, pese a que inicialmente podrían parecer una minucia, tanto en su entorno de trabajo como en el aumento de la calidad inmediato, logrando así una actitud positiva ante los cambios instaurados en el puesto de trabajo.

- **SMED:** Es una técnica conocida por sus siglas en inglés (*Single Minute Exchange of Dies*) que en español significa “cambio de matriz en menos de 10 minutos”, tiene como objetivo reducir la cantidad de tiempo que se invierte en la preparación de la maquinaria.

Dicho proceso debe de estudiar los procesos concisamente, sometiendo tanto a la maquinaria, utillajes, herramientas como al producto a cambios estructurales, lográndose así ideas de cómo se podrían acortar los tiempos de preparación. Al hacer el estudio al detalle, se consigue eliminar, adaptar y normalizar las diferentes operaciones a través de innovaciones en el hacer de las cosas.

SMED, es una herramienta sencilla y clara de aplicar, consiguiendo éxitos de forma rauda y efectiva, generalmente con pequeñas inversiones.

- **Total Productive Maintenance (TPM):** En castellano, “Mantenimiento Productivo Total”, tiene como principal objetivo la eliminación de las averías. Al implementar *TPM* en planta, los operarios se conciencian de la necesidad de tomar la responsabilidad del mantenimiento básico de los equipos, para así poder conservarlos en un buen estado de funcionamiento, así como de realizar un control permanente para detectar anomalías antes de que causen averías. Esto promueve la concienciación sobre el quipo y el auto mantenimiento de las mismas.

El indicador numérico que muestra los efectos del *TPM* es el *OEE* (*Overall Equipment Effectiveness*, en castellano “Efectividad Total de los Equipos”) el cual realizada una comparación de las piezas útiles que se han fabricado y las que teóricamente se podrían haber fabricado si no hubiera ningún percance. El *OEE* es el producto entre la disponibilidad, la Tasa de desempeño y la Tasa de calidad. El *OEE* debe superar un rendimiento del 85% para poder considerar que se es competitivo en dicho proceso analizado.

- **Sistemas de participación personal:** Conjunto de actividades organizadas mediante una planificación, con el fin de poder dirigir de manera competente las ideas susceptibles de aumentar la competitividad del producto.

Inicialmente, pueden darse problemas de instauración, dado que en muchas ocasiones se tiende a desprestigiar esta acción y por ende no se cuenta con la motivación requerida por parte del personal.

Para resolver dicha situación, la manera más sencilla de actuar será implicar y poner en contacto al personal directamente con las herramientas a utilizar. Entre los sistemas más comunes de participación personal encontramos los grupos de mejora o los sistemas de sugerencias

- **Kanban:** Si lo traducimos del japonés, “letrero” o “tarjeta”, estamos ante un sistema de comunicación en el cual se utilizan una serie de tarjetas,

por medio de las cuales se puede controlar la producción, lográndose así acompañar los distintos procesos con el plan de producción elaborado en concordancia con la demanda por parte del cliente.

Este sistema controla lo que se produce, en qué cantidad y cuándo. Su principal cometido es asegurar que exclusivamente se produce lo que el cliente demanda, entendiéndose como cliente, el proceso que se encuentra en la fase siguiente del proceso productivo. El cliente del último proceso será el cliente real. Esto se conoce como producción *pull*.

En la producción *pull*, cuando se da una solicitud de pedido de un cliente, se envía una señal a la línea de producción para dar comienzo a la fabricación de ese componente. Así como en un supermercado se llenará la estantería vacía, cada proceso que se encuentre aguas abajo en el flujo pedirá los materiales necesarios aguas arriba y dicho flujo de información será coordinado gracias al uso de un *Kanban*.

- **KPI's (Key Performance Indicators):** Los *KPI's* (En castellano, "Indicador Clave de Desempeño") son métricas utilizadas habitualmente para calcular los resultados que ha tenido una determinada acción o planificación según una serie de objetivos previamente fijados.
- **Técnicas de calidad:** Se entenderá que la calidad es el compromiso de hacer las cosas correctamente a la primera, en todas y cada una de las áreas implicadas, directa o indirectamente en el desarrollo y fabricación de un producto, para conseguir así la plena complacencia de los clientes ya sean estos internos (otros departamentos o fases productivas) como externos (consumidor final).

Para lograr esto, será necesario contar con la ayuda de técnicas de calidad, donde el operario se convertirá en un inspector de calidad, sin hacer excepción alguna.

Algunos ejemplos de técnicas de calidad son:

1. Chequeo de Autocontrol
2. Matriz de auto calidad
3. Ciclo PDCA
4. Cero defectos
5. Seis Sigma

Estas herramientas aportan diferentes tipos de ayuda para así conseguir cumplir los objetivos de calidad implantados en la empresa.



4. DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA Y PROPUESTA DE TRABAJO

Para un correcto diagnóstico de la situación actual de la planta, se han seguido diferentes vías para recabar la información que nos aportará una visión objetiva sobre las diferentes problemáticas que están ocurriendo.

El principal medio de información ha sido la observación del funcionamiento de la planta durante mi estancia en la empresa, documentando gráficamente la operativa de distintos procesos con el fin de poder desgranarlos en operaciones individuales, ofreciendo esto la posibilidad de analizar y detectar operaciones susceptibles de mejora.

Por otra parte, se ha utilizado información extraída del *ERP* de la empresa, donde se guardan registros de todas las producciones que se han dado desde la implementación del software, largo tiempo atrás. Gracias a estos datos, se tiene una información objetiva, además de que te permite tener datos de todas las operaciones que ocurren, cosa que no sería posible si solo tuviera como fuente de documentación la recogida de datos presencialmente.

Por último, se ha consultado tanto a operarios como al equipo de producción, puesto que cuentan con una larga experiencia y conocimientos sobre dichos procesos productivos. Se trata de dos perspectivas diferentes, consiguiéndose así una información más completa sobre las posibles deficiencias existentes.

Tras la recogida de datos, se procedido al estudio de posibles mejoras que solucionasen las ineficiencias halladas, estudiándose diferentes opciones y analizando la ventaja económica que cada una de ellas aportaría, teniendo en cuenta la inversión necesaria para implementar dicha mejora.

4.1. LÍNEA BIBERONES

La fabricación de biberones supone un alto porcentaje de la producción de la fábrica, siendo el producto más elaborado en las instalaciones de Alicante,

las cuales son objeto de estudio. En función de la referencia concreta, habrá ciertas modificaciones en el montaje de estos, pues pueden tener algún componente diferente (Cuando se dice que hay diferencias, por ejemplo, se refiere al hecho de que la caja en la que se introduce un biberón de 180 ml es más pequeña que en la que se introduce uno de 360 ml, pero el tiempo necesario para introducirlo viene a ser el mismo). Como referencia para describir las operaciones para el montaje, se tomará la referencia con un mayor número de unidades procesadas.

- Colocar la tapa en el cuerpo:



Ilustración 11 Cuerpo biberón / Conjunto cuerpo-tapa. Fuente: Elaboración propia.

- Colocar la tetina dentro de la rosca:

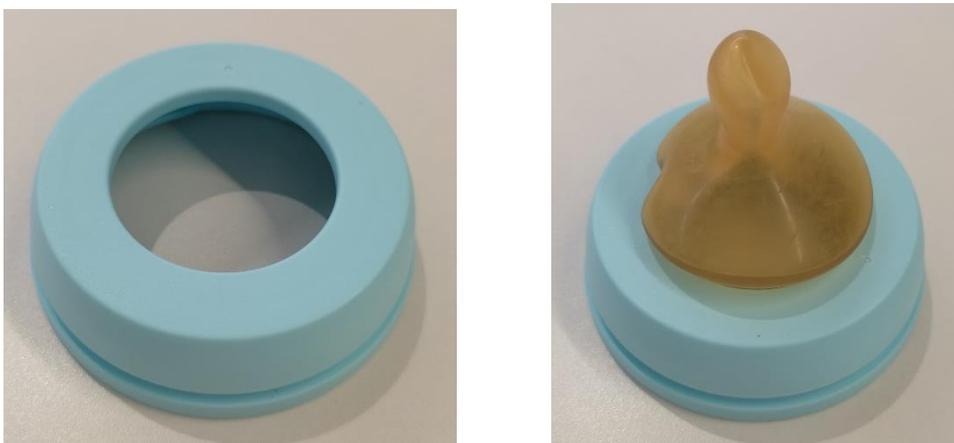


Ilustración 12 Rosca / Conjunto rosca-tetina. Fuente: Elaboración propia.

- Roscar el conjunto tetina-rosca en el cuerpo:



Ilustración 13 Biberón sin vaso. Fuente: Elaboración propia.

- Colocar el vaso sobre el conjunto anterior:



Ilustración 14 Biberón completo. Fuente: Elaboración propia.

- Montar caja PET:



Ilustración 15 Montaje caja PET. Fuente: Elaboración propia.

- Introducir folleto informativo en la caja PET:



Ilustración 16 Introducción folleto informativo. Fuente: elaboración propia.

- Introducir biberón en la caja PET:



Ilustración 17 Biberón en caja PET. Fuente: Elaboración propia.

- Cerrar caja PET:



Ilustración 18 Producto finalizado. Fuente: Elaboración propia.

Actualmente, los biberones se ensamblan en líneas de 4 operarios, con las operaciones distribuidas de una forma no óptima, puesto que hay 3 operarias que se encargan de realizar todas las operaciones relacionadas con el ensamblado de una unidad de producto terminado y una que se encarga del paletizado al final de la línea.

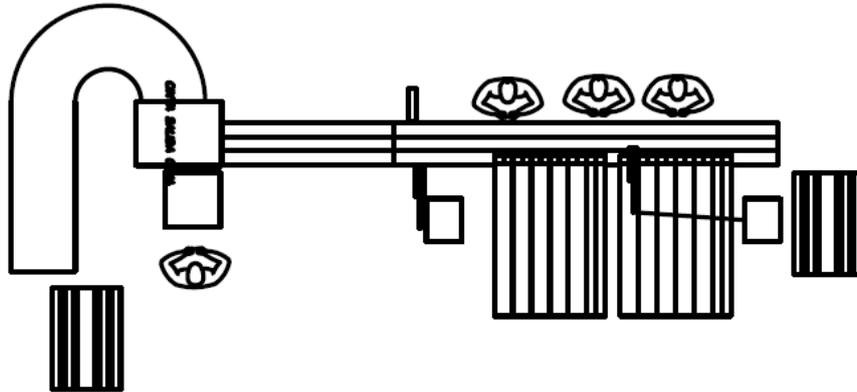


Ilustración 19 Layout actual montaje biberón. Fuente: Elaboración propia.

Esto se ha podido detectar tras recabar, gráficamente y mediante el ERP, los datos necesarios y analizarlos gracias a una herramienta proporcionada por el departamento de producción, la cual muestra el balance de la carga de trabajo de las diferentes operarias que trabajan en una línea en cuestión. Tras hallar dicha problemática, se propondrán diferentes soluciones que persigan mejorar la productividad, y consigo los resultados económicos de la planta.

Oper	Sat	CT seg	Uds/min
1	100%	5,99	10,02
2	100%	5,99	10,02
3	100%	5,99	10,02
4	83%	4,98	12,06
	0%	0,00	
	0%	0,00	

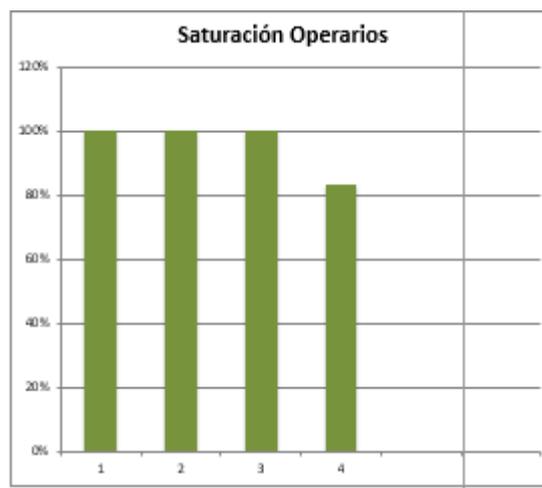


Ilustración 20 Porcentaje de saturación y capacidad productiva sistema actual. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se procederá a exponer las diversas expresiones que se han utilizado a lo largo del presente proyecto para el cálculo de diferentes datos de interés para la cuantificación y cualificación de los procesos de planta.

Para calcular el ritmo de producción, se utilizará la siguiente expresión:

$$Productividad = \text{Operación más lenta} \frac{uds}{min} \times 60 \frac{min}{h}$$

Con lo que obtenemos la actual productividad,

$$Productividad = 10 \frac{uds}{min} \times 60 \frac{min}{h} = 600 \frac{uds}{h}$$

A fin de obtener el porcentaje de saturación de una estación de trabajo, bastará con dividir el tiempo por unidad de la estación en cuestión entre el tiempo por unidad de la estación más lenta:

$$\% \text{ Saturación} = \frac{\text{Operación de la estación en cuestión}}{\text{Operación más lenta}}$$

A fin de conocer el número necesario de operarias en una línea, se empleará la siguiente expresión:

$$N^{\circ} \text{ operarias} = \sum \frac{\text{Operaria} \times \% \text{ Saturación}}{100}$$

En relación con la medición del coste de producción de una referencia, se empleará la siguiente operación:

$$\text{Coste} = \frac{\text{Volumen de ventas anual}}{\text{Productividad}} \times \left[N^{\circ} \text{ operarias} \times \frac{\text{Coste operaria}}{\text{operaria}} + \frac{\text{Coste máquina}}{\text{máquina}} \right] \text{€}$$

En cuanto el cálculo de ahorros por mejora en la producción, se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Ahorro anual} = \text{Coste con la mejora} - \text{coste actual}$$

Para la obtención del retorno de la inversión, se calculará de la siguiente manera:

$$ROI = \frac{\text{Cantidad invertida}}{\text{Ahorro anual}} \text{ años}$$

Se procederá de la misma forma para obtener todos los cálculos descritos que se mencionen a lo largo del trabajo.

4.1.1. Redistribución de operaciones según destreza.

Al tratarse de procesos manufactureros, la destreza y habilidad individual de las personas incide notoriamente en la velocidad a la que se realizan las operaciones. En este caso no se hace referencia a una habilidad "innata", sino más bien a la experiencia adquirida con el paso del tiempo. Tras analizar los datos, se encuentra que las diferentes operaciones tienen diferentes curvas de aprendizaje, esto es el tiempo requerido, o más aplicado al caso, las unidades procesadas necesarias para dominar la operación.

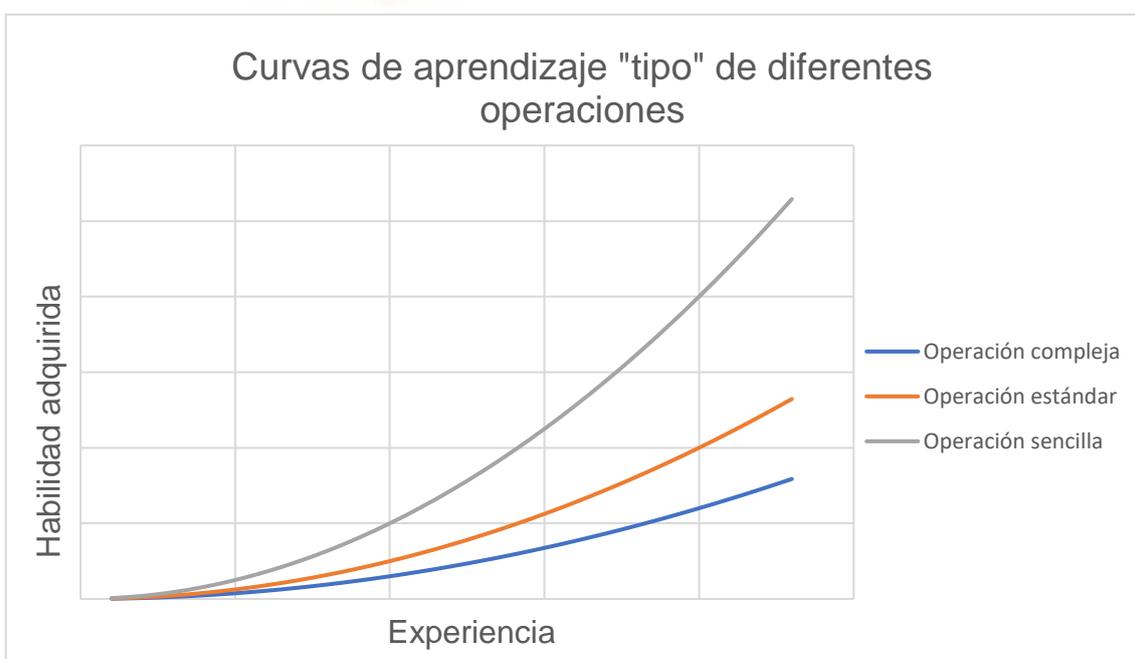


Ilustración 21 Comparativa habilidad adquirida vs experiencia requerida para dominar la operación. Fuente: Elaboración propia.

Ser conscientes de dicha situación ya es interesante, puesto que permitiría realizar el balance de operaciones de montaje de una manera más precisa, pero para el caso particular de la empresa va un paso más allá, dado que la última Reforma Laboral modificó los tipos de contratos de trabajo existentes, por lo que actualmente en la empresa distinguimos solamente entre dos tipos de contrato: contrato de trabajo indefinido y contrato de trabajo temporal eventual (por circunstancias de la producción). El primer tipo de contrato no generará a penas incertidumbre, pues se sabe que esa operaria está contratada indefinidamente, con lo que el contrato se prolongará de forma duradera en el tiempo, permitiendo así que la operaria en cuestión consolide su experiencia en la línea de montaje. En cambio, para los contratos temporales eventuales, encontramos que estos tienen un corto período de duración, por lo que la operaria en cuestión no tendrá el tiempo necesario para dominar todas las tareas que se le asignen, generándose situaciones susceptibles de mejora.

Con toda esta información en la mano, podríamos pensar que ya tenemos en cuenta todas las variables necesarias para diseñar un correcto equilibrio de cargas de trabajo, pero todavía falta tener en cuenta un último factor. Dado que el porcentaje de contratos indefinidos y eventuales varía según la época del año, no se puede predecir en el largo plazo con cuantas operarias con y sin experiencia se va a contar, por lo que sería interesante diseñar un método que, además de ser óptimo, puede solventar dicha problemática.

Teniendo en cuenta todo lo mencionado con anterioridad, se propone, en pos de optimizar los recursos de la empresa, que para diseñar los balanceos de cargas se tenga en cuenta la destreza de las operarias para desarrollar las distintas operaciones. Para ello, cuantificaremos cuanta “experiencia” requiere una operación en concreto para dominarla, y tras ello daremos prioridad a que las trabajadoras con mayor experiencia (con contratos indefinidos) realicen las operaciones con mayores curvas de aprendizaje y, por otra parte, que las operarias con menor experiencia (con contratos temporales eventuales) realicen las operaciones con menores curvas de aprendizaje. Con este método se persiguen diferentes mejoras:

- Principalmente, aumentará el flujo productivo gracias a un mejor balanceo de las operaciones, aunque esto también sucedería de forma cortoplacista sin tener en cuenta el factor destreza.
- Se obtendrá un sistema de producción, que independientemente del porcentaje de operarias con contrato temporal eventual que haya en un momento dado en planta, maximizará el flujo productivo, puesto que, sí que existe una cantidad mínima de contratos indefinidos, dando lugar a que dichas operarias podrían encargarse de las operaciones con mayor curva de experiencia de forma solvente, mientras que las operarias temporales afrontarían el resto de las operaciones. Esto podría presentar a priori una problemática: que aumentase significativamente el porcentaje de operarias con contratos indefinidos, y con ello el grado de experiencia, desembocando esto en un nuevo desbalanceo en las cargas de trabajo, puesto que operarias con experiencia realizarían tareas que antaño realizaban operarias sin experiencia, dando a pensar a que las podrían realizar con mayor velocidad, generando cuellos de botella. Esto no sería un problema puesto que, con esta filosofía de diseño, se busca que, pese a que una operaria pueda tener globalmente una baja destreza, si controle ciertas operaciones fáciles de dominar y sean las que desarrolle en su puesto de trabajo.
- Como consecuencia natural de implementar dicha filosofía de diseño, se reducirán las horas empleadas en concepto de formación de operarias temporales, dado que mientras se hallen contratadas bajo dicho contrato, se las formará únicamente en operaciones con una pequeña curva de aprendizaje, suponiendo esto una reducción de los costes asociados a la formación (se pueden entender dichos costes como una productividad menor de la habitual en una operación concreta durante el periodo formativo) dado que se acortaran dichos periodos.

Una vez presentados los porqués de cómo se va a proceder al rediseño de la línea, pasamos a plantear un nuevo diseño.

El primer paso, será categorizar las diferentes tareas de ensamblado según si requieren una alta o baja experiencia para dominar la tarea en cuestión. Para

realizar esto de forma objetiva, compararemos los tiempos medidos de distintas operarias, filtrados según el tiempo empleado en cada operación, siendo categorizadas como “baja experiencia requerida” cuando las diferencias de tiempo sean pequeñas y como “alta experiencia requerida” cuando estas sean notables.

OPERACIONES	MEDIA	op 1	op 2	op 3	op 4	op 5	op 6	op 7	op 8	op 9	op 10
<i>Fabricación (1UD)</i>	16,5	14,4	15,1	18,5	17,7	14,5	16,0	16,5	17,9	17,3	16,9
Colocar tapa en cuerpo	1,7	1,4	1,7	1,7	1,9	1,2	1,8	1,9	1,8	1,9	1,8
Colocar tetina en la rosca	2,6	3,4	2,2	2,7	2,5	3,8	2,1	2,4	2,5	2,3	2,3
Roscar conjunto en cuerpo	2,1	2,1	2,1	2,2	2,3	1,5	1,9	2,1	2,2	2,1	2,1
Colocar vaso	1,4	1,0	1,3	1,7	1,6	1,3	1,3	1,5	1,8	1,5	1,6
Montar caja PET	2,3	1,5	2,0	2,7	2,6	1,7	2,2	2,4	2,6	2,7	2,6
Introducir Folleto	1,7	1,3	1,6	1,9	2,1	1,4	1,7	1,6	1,9	1,9	1,8
Introducir Biberón	1,4	1,0	1,3	1,9	1,5	0,8	1,5	1,5	1,6	1,5	1,6
Cerrar caja PET	2,8	2,3	2,5	3,3	3,0	2,4	2,9	2,8	3,2	2,9	2,8
Colocar en cinta	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
DESVIACIÓN RESPECTO A LA MEDIA		op 1	op 2	op 3	op 4	op 5	op 6	op 7	op 8	op 9	op 10
<i>Fabricación (1UD)</i>		-2,1	-1,3	2,1	1,2	-1,9	-0,5	0,0	1,4	0,8	0,4
Colocar tapa en cuerpo		-0,3	0,0	0,0	0,2	-0,5	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
Montar tetina en la rosca		0,8	-0,5	0,1	-0,2	1,2	-0,5	-0,2	-0,1	-0,3	-0,3
Roscar conjunto en cuerpo		0,0	0,1	0,2	0,2	-0,5	-0,1	0,0	0,1	0,0	0,0
Colocar vaso		-0,5	-0,2	0,3	0,2	-0,2	-0,1	0,0	0,3	0,0	0,1
DESVIACIÓN TIEMPO ENSAMBLADO		0,0	-0,6	0,5	0,4	0,0	-0,6	0,0	0,4	-0,1	-0,1
Montar caja PET		-0,8	-0,3	0,4	0,3	-0,6	-0,1	0,1	0,3	0,4	0,3
Introducir Folleto		-0,5	-0,1	0,2	0,4	-0,3	0,0	-0,1	0,2	0,2	0,0
Introducir Biberón		-0,5	-0,1	0,5	0,0	-0,6	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2
Cerrar caja PET		-0,5	-0,3	0,5	0,2	-0,4	0,1	0,0	0,3	0,1	0,0
Colocar en cinta		0,1	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
DESVIACIÓN TIEMPO PACKAGING		-1,4	-0,8	1,5	0,8	-1,9	0,2	-0,1	1,0	0,8	0,5

Tabla 2 Análisis tiempos de ensamblado. Fuente: Elaboración propia.

Tras analizar los tiempos de las diferentes operaciones según que operaria desarrolla la actividad, podemos distinguir entre que operaciones tienen una baja o alta curva de experiencia. Para resumir y hacer posible una distribución de las operaciones con sentido (la distribución de tareas ha de ser consecutiva, sino físicamente no se podría trabajar), dividiremos las tareas en

dos grandes bloques: ensamblado del biberón y packaging. El primero comprenderá las siguientes operaciones: colocar tapa en el cuerpo, colocar la tetina dentro de la rosca, roscar el conjunto tetina-rosca en el cuerpo y colocar el vaso sobre el conjunto anterior. El segundo estará formado por: Montar caja PET, introducir folleto informativo en la caja PET, introducir biberón en la caja PET, cerrar caja PET y colocar en cinta.

Si observamos la desviación respecto a la media del primer grupo de operaciones, vemos que esta no supera los 0,6 segundos, siendo la diferencia máxima de 1,1 segundos, mientras que para el segundo grupo la desviación media alcanza los 1,9 segundos y la diferencia máxima los 3,4 segundos. Con esto determinamos que el ensamblado del biberón tiene una baja curva de experiencia, mientras que el packaging tiene una alta curva de experiencia.

OPERACIÓN	EXPERIENCIA REQUERIDA
Colocar la tapa en el cuerpo	Baja
Colocar la tetina dentro de la rosca	Baja
Roscar el conjunto tetina-rosca en el cuerpo	Baja
Colocar el vaso sobre el conjunto anterior	Baja
Montar caja PET	Alta
Introducir folleto informativo en la caja PET	Alta
Introducir biberón en la caja PET	Alta
Cerrar caja PET	Alta
Colocar en cinta	Baja

Tabla 3 Categorización operaciones según experiencia requerida. Fuente: Elaboración propia.

Una vez categorizadas las tareas, se procede a una nueva distribución de las operaciones maximizando la capacidad productiva. Se han diseñado en consecuencia las siguientes alternativas:

La primera opción y la que menos cambios implicaría, simplemente modifica el reparto de tareas según la filosofía de diseño propuesta, manteniendo el mismo *layout* y mejorando ligeramente la productividad con su consecuente ahorro de costes.

OPERACIÓN A REALIZAR	OPERARIA QUE LA REALIZA
Colocar la tapa en el cuerpo	1
Colocar la tetina dentro de la rosca	2
Roscar el conjunto tetina-rosca en el cuerpo	1
Colocar el vaso sobre el conjunto anterior	1
Montar caja PET	2
Introducir folleto informativo en la caja PET	3
Introducir biberón en la caja PET	3
Cerrar caja PET	3
Colocar en cinta	3
Montar caja inner	4
Meter 3 biberones	4
Cerrar caja	4
Etiquetar	4
Paletizar	4
Aprovisionamiento	4

Tabla 4 Reparto de tareas según destreza. Fuente: Elaboración propia.

Actualmente se produce a 600 uds/h, y con los cambios propuestos la productividad se coloca en 640 uds/h, mejorando en un 6,5%. Con los volúmenes actuales de fabricación, esta mejora supone un ahorro anual de alrededor de 9.400€.

La segunda opción contempla aumentar de cuatro a cinco operarias en línea puesto que la adición de una quinta operaria permite un mejor reparto de las tareas.

OPERACIÓN A REALIZAR	OPERARIA QUE LA REALIZA
Colocar la tapa en el cuerpo	2
Colocar la tetina dentro de la rosca	1
Roscar el conjunto tetina-rosca en el cuerpo	2
Colocar el vaso sobre el conjunto anterior	1
Montar caja PET	3
Introducir folleto informativo en la caja PET	3
Introducir biberón en la caja PET	4
Cerrar caja PET	4
Colocar en cinta	4
Montar caja inner	5
Meter 3 biberones	5
Cerrar caja	5
Etiquetar	5
Paletizar	5

Aprovisionamiento

3 y 5

Tabla 5 Reparto de tareas con la inclusión de una quinta operaria. Fuente: Elaboración propia.

La producción aumentaría de 600 a 870 unidades por hora lo cual es una mejora del 45%, pero para observar cual es la mejora real lo comparemos con la productividad que tendrían cuatro operarias con el método actual que sería de 800 uds/h, por lo que la mejora real es de alrededor de un 8,8%, lo que se traduce en un ahorro de alrededor de 25.000€ anualmente.

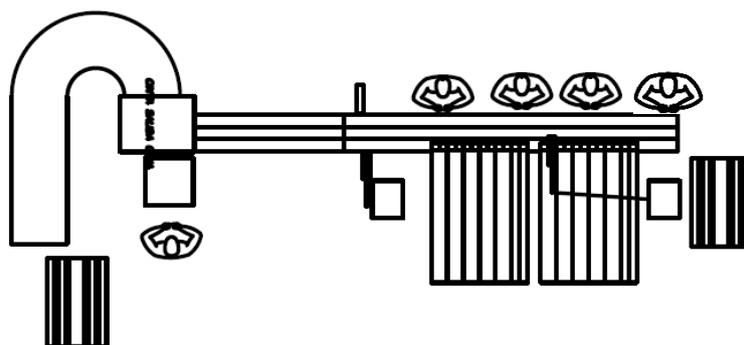


Ilustración 22 Layout con la inclusión de una quinta operaria. Fuente: Elaboración propia.

Como tercera opción, partiremos de la base de la primera opción, es decir cuatro operarias y la modificación de las tareas. Dado que la operaria de final de línea cuenta con un bajo porcentaje de ocupación, podemos converger dos líneas en esta operación, por lo que mantendremos las tres operarias de cada línea que se encargan del ensamblado y packaging del biberón, pero solo necesitaremos una operaria de final de línea en contrapartida de las dos que necesitaríamos si estas estuvieran separadas. Es cierto que la saturación de la operaria de final de línea supera ligeramente el 100%, por lo que se generaría un cuello de botella si no modificamos nada más, es por ello por lo que dedicaremos una pequeña parte de tiempo de trabajo de la líder para que se encargue únicamente de la operación de paletizado.

OPERACIÓN A REALIZAR	OPERARIA QUE LA REALIZA
Colocar la tapa en el cuerpo	1 y 5
Colocar la tetina dentro de la rosca	2 y 6
Roscar el conjunto tetina-rosca en el cuerpo	1 y 5
Colocar el vaso sobre el conjunto anterior	1 y 5
Montar caja PET	2 y 6
Introducir folleto informativo en la caja PET	3 y 7
Introducir biberón en la caja PET	3 y 7

Cerrar caja PET	3 y 7
Colocar en cinta	3 y 7
Montar caja inner	4
Meter 3 biberones	4
Cerrar caja	4
Etiquetar	4
Paletizar	líder
Aprovisionamiento	1,2,5 y 6

Tabla 6 Reparto de tareas con convergencia del final de línea. Fuente: Elaboración propia.

Con estos cambios, aumentamos el flujo productivo de 600 a 640 uds/h por línea, dado que son dos líneas aumentará de 1.200 a 1.280 uds/h aumentando la capacidad productiva en un 6,5%, y gracias a conseguir reducir el número de operarias, reduciremos los costes de funcionamiento en unos 34.000€ anualmente, lo cual es alrededor de un 30% de ahorro cada año.

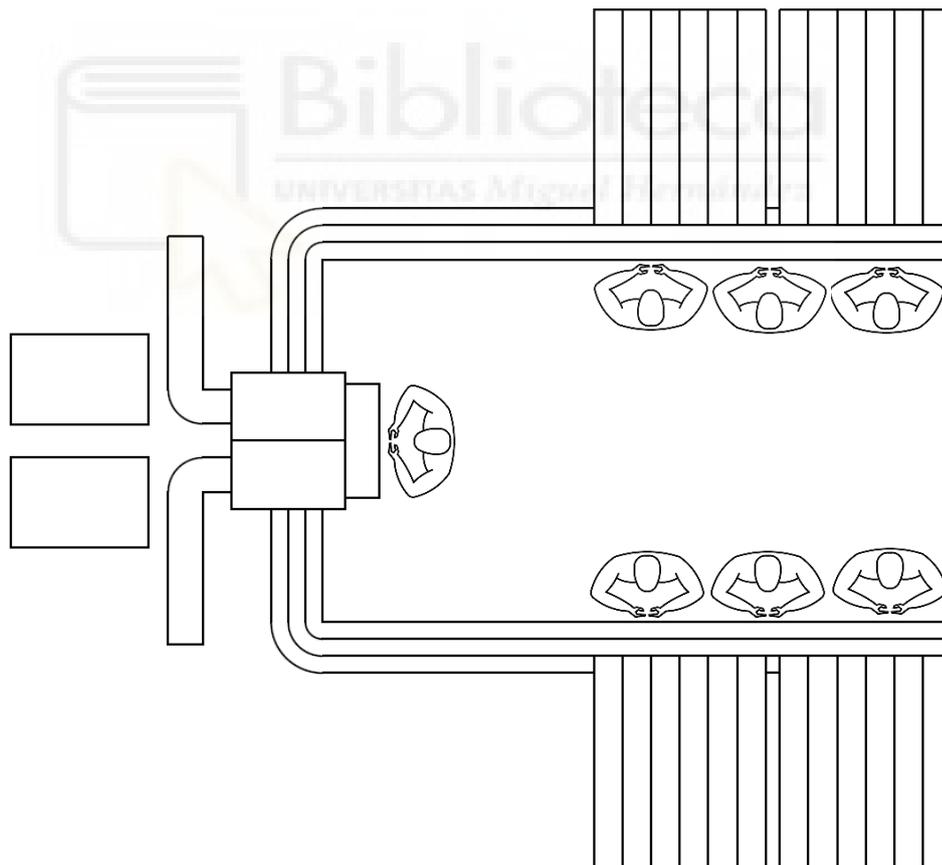


Ilustración 23 Layout con convergencia del final de línea. Fuente: Elaboración propia.

Para mayor detalle de la distribución de cargas y el ahorro de costes asociado a las mismas, mencionados en los anteriores párrafos, ir a: Anexo I: Distribución de cargas de trabajo según destreza y ahorro de costes.

Ya expuestas las distintas posibilidades, procederemos a explicar por qué se proponen tres mejoras si a priori parece que hay una que destaca sobre las demás.

Actualmente en planta se cuenta con tres líneas de ensamblado de biberones y dado que la mejor opción requiere la combinación de líneas de dos en dos, si se optase únicamente por esta opción necesitaríamos de una línea más, la cual físicamente no se puede implementar, por lo que procederemos únicamente a aplicar esta mejora en dos líneas. Para la línea que resta, aplicaremos la siguiente mejora propuesta que suponga un mayor ahorro, la cual es la que incorpora una quinta operaria y modifica el reparto de tareas. Lamentablemente, hoy en día esta medida no es aplicable el 100% de la jornada, puesto que esta propuesta requiere de una operaria más, de la cual no se puede disponer en todo momento debido al resto de tareas que se han de realizar en planta, por lo que en esta línea se aplicara este método cuando sea posible, y cuando no, simplemente aplicaremos el cambio en el reparto de tareas con la nueva filosofía, por lo que al estar los tres métodos aplicados a lo largo del año, el ahorro estimado será de entre 25.000 y 30.000 € según cuanto tiempo dispongamos de una quinta operaria.

4.1.2. Automatización línea biberones.

Tras la propuesta de mejora reorganizativa según la destreza de la operaria, el siguiente paso en la mejora continua sería estudiar la automatización de la línea, total o parcialmente. Cabe recalcar que carece de sentido estudiar esta mejora si antes no se han contemplado mejoras organizativas, debido a los costes relacionados que tienen unas y otras, siendo los de la automatización mucho más altos.

Para el estudio de la automatización, se ha consultado a diferentes empresas dedicadas a la automatización de procesos industriales a fin de que proporcionaran diferentes propuestas de automatización. En la realización de este TFG se mantendrán dichas empresas en el anonimato, puesto que se tratan de empresas ajenas a la cual donde estoy realizando las prácticas.

Entre las propuestas, encontramos principalmente 4 opciones:

- Automatización del ensamblaje del biberón.
- Automatización del packaging del biberón.
- Automatización del final de línea (paletizado).
- Combinación de varias de las anteriores.

Una vez recibidas las distintas ofertas, en primer lugar, se procede a analizarlas técnicamente para saber cuáles son sus capacidades (hablamos de capacidad máxima de producción, espacio físico requerido para su instalación, método de aprovisionamiento de la máquina en cuestión...), y, en segundo lugar, se va a realizar un estudio de viabilidad económica para conocer que opción es la más interesante teniendo en cuenta la inversión inicial y el ahorro futuro de costes de mano de obra.

De forma general, todas las ofertas presentadas tienen en común una serie de mejoras, propias de la automatización de procesos, respecto al método manual actual, tales como: un aumento de la capacidad productiva, mayor regularidad en el flujo productivo (eliminación del factor destreza de la ecuación), independencia de la mano de obra disponible, mejoras en el ámbito de seguridad laboral y ergonomía.

A continuación, se presentarán las mejores opciones de automatización:

Automatización del ensamblaje del biberón: La mejor opción respecto a la automatización de esta fase del proceso productivo sería la propuesta por parte de la “empresa 02”, donde contaríamos con una capacidad productiva máxima de 720 uds/h, reduciéndose el número total necesario de operarias de 4 a 2,83 (aparentemente podría parecer que el 2,83 debería de ser redondeado a 3, pero no es así, puesto que aunque físicamente hayan 3 operarias, la 3 solo

tendrá un 83% de ocupación, realizando otras tareas no relacionadas con esta durante el 17% de tiempo que le resta, por lo que a efectos prácticos para el cálculo de costes se utilizará el 2,83. Esto será así de aquí en adelante), que con la producción actual supondría un ahorro anual de 55.700 €. Con una inversión necesaria de 217.000€, arroja un retorno de la inversión de 3,89 años.

OPERACIÓN A REALIZAR	OPERARIA QUE LA REALIZA
Colocar la tapa en el cuerpo	máquina
Colocar la tetina dentro de la rosca	máquina
Roscar el conjunto tetina-rosca en el cuerpo	máquina
Colocar el vaso sobre el conjunto anterior	máquina
Montar caja PET	1 y 2
Introducir folleto informativo en la caja PET	1 y 2
Introducir biberón en la caja PET	1 y 2
Cerrar caja PET	1 y 2
Colocar en cinta	1 y 2
Montar caja inner	3
Meter 3 biberones	3
Cerrar caja	3
Etiquetar	3
Paletizar	3
Aprovisionamiento	1 y 2

Tabla 7 Reparto de tareas para automatización del montaje del biberón. Fuente: Elaboración propia.

Automatización del packaging del biberón: Para dicha parte del proceso, la mejor oferta la propone la “empresa 02”, proponiendo un flujo máximo de 1080 uds/h, de los cuales se utilizarán 900 uds/h debido a la imposibilidad de acelerar otros procesos hasta llegar a ese ritmo. Con la opción elegida, pasaríamos de 4 a 3,3 operarias, y mediante una inversión de 113.800€ se conseguiría un ahorro anualizado de 65.400 €, marcando un retorno de la inversión de 1,74 años.

OPERACIÓN A REALIZAR	OPERARIA QUE LA REALIZA
Colocar la tapa en el cuerpo	1 y 2
Colocar la tetina dentro de la rosca	1 y 2
Roscar el conjunto tetina-rosca en el cuerpo	1 y 2
Colocar el vaso sobre el conjunto anterior	1 y 2
Montar caja PET	máquina
Introducir folleto informativo en la caja PET	máquina
Introducir biberón en la caja PET	máquina

Cerrar caja PET	máquina
Colocar en cinta	máquina
Montar caja inner	3
Meter 3 biberones	3
Cerrar caja	3
Etiquetar	3
Paletizar	3
Aprovisionamiento	4

Tabla 8 Reparto de tareas para automatización del montaje del packaging. Fuente: Elaboración propia.

Automatización del final de línea (paletizado): En cuanto a la automatización de dicha fase, la mejor propuesta corre a cargo de la “empresa 03”, desarrollando una capacidad productiva máxima de 900 uds/h, de las cuales solo se utilizarían 600 uds/h debido al ritmo que marcarían el resto de operaciones. Reduciríamos el número de operarias de 4 a 3,4, lo cual significaría un ahorro de 19.300€ anuales mediante una inversión de 95.000€, con un retorno de la inversión de 4,9 años.

OPERACIÓN A REALIZAR	OPERARIA QUE LA REALIZA
Colocar la tapa en el cuerpo	1,2 y 3
Colocar la tetina dentro de la rosca	1,2 y 3
Roscar el conjunto tetina-rosca en el cuerpo	1,2 y 3
Colocar el vaso sobre el conjunto anterior	1,2 y 3
Montar caja PET	1,2 y 3
Introducir folleto informativo en la caja PET	1,2 y 3
Introducir biberón en la caja PET	1,2 y 3
Cerrar caja PET	1,2 y 3
Colocar en cinta	1,2 y 3
Montar caja inner	máquina
Meter 3 biberones	máquina
Cerrar caja	máquina
Etiquetar	máquina
Paletizar	4
Aprovisionamiento	4

Tabla 9 Reparto de tareas para automatización del final de línea. Fuente: Elaboración propia.

Combinación de varias de las anteriores: Si decimos por optar por automatizar todos los procesos, la combinación más interesante sería: automatizar el montaje de biberones por parte de la “empresa 03”, el packaging

a cargo de la “empresa 02” y el final de línea a cargo de la “empresa 03”. Con esta combinación, se establecería una capacidad productiva de 900 uds/h, pasando de 4 operarias en la línea a tan solo 0,46, suponiendo un ahorro anual de 124.000€ aproximadamente. La inversión necesaria sería de 523.800€, implicando un retorno de la inversión de 4,22 años.

OPERACIÓN A REALIZAR	OPERARIA QUE LA REALIZA
Colocar la tapa en el cuerpo	máquina
Colocar la tetina dentro de la rosca	máquina
Roscar el conjunto tetina-rosca en el cuerpo	máquina
Colocar el vaso sobre el conjunto anterior	máquina
Montar caja PET	máquina
Introducir folleto informativo en la caja PET	máquina
Introducir biberón en la caja PET	máquina
Cerrar caja PET	máquina
Colocar en cinta	máquina
Montar caja inner	máquina
Meter 3 biberones	máquina
Cerrar caja	máquina
Etiquetar	máquina
Paletizar	1
Aprovisionamiento	1

Tabla 10 Reparto de tareas para automatización completa. Fuente: Elaboración propia.

Para mayor detalle del estudio de viabilidad económica mencionado en el párrafo anterior, ir a: Anexo II: Estudio de viabilidad económica automatización línea de biberones.

Una vez presentadas las mejores opciones, pasaremos a analizar cuál sería la mejor opción presente y futura para la mejora.

Objetivamente y observando los datos, el comienzo de la automatización debería de ser por el packaging del biberón, puesto que cuenta con el mejor retorno de la inversión de todas las posibilidades e implicaría un ahorro anual mayor que la automatización del ensamblaje de los biberones con una menor inversión. Además, cabe mencionar que esta elección también forma parte de la automatización completa de la línea, por lo que se dejaría la puerta abierta a

desarrollar dicha mejora posteriormente. Otro punto a favor es que eliminamos alguna de las operaciones con mayor curva de aprendizaje, facilitando el balanceo de operaciones.

Como segunda fase de la automatización, la opción más interesante sería optar por la automatización total de la línea. Dado que no optaríamos por la misma propuesta para la automatización del ensamblado del biberón si solo quisiéramos automatizar esa fase o automatizar todas debido a la capacidad máxima productiva, sería mejor optar por la opción que nos permite un flujo de 900 uds/h, pese a que no proporcione el mejor ROI de forma individual. Como apunte, la opción de automatizar el final de línea no es muy interesante por si sola, pero en conjunto con el resto de las mejoras, dada la baja inversión que requiere en comparación con las demás, se convierte en interesante al posibilitar alcanzar las 900 uds/h.

La automatización del ensamblaje del biberón o del final de línea individualmente quedarían descartadas en detrimento de las otras opciones, dado que estas últimas arrojan mejores ahorros de costes de mano de obra.

Para una mayor información de los pormenores sobre el reparto de operaciones en la línea de montaje según la casuística de automatización, ir a: Anexo III: Distribución de cargas de trabajo con procesos automatizados.

4.1.3. Nuevo *layout* para las líneas de biberones.

Actualmente, el flujo logístico que siguen los productos a lo largo del proceso productivo desde que salen del almacén los semielaborados hasta que vuelve el producto terminado es el siguiente:

1. El almacenero trae al pasillo de producto intermedio en palets los diferentes semielaborados necesarios para el montaje de los biberones.
2. La líder de gap introduce los palets necesarios para completar la orden (por lo menos los que caben físicamente, ya que, si fuera

- una orden grande, puede que no cupieran todos simultáneamente dentro de la sala), colocándolos en la cabecera y lateral de la línea.
3. Se consumen los diferentes semielaborados, fabricándose biberones (producto terminado), estos se paletizan al final de línea.
 4. Cuando se completa el palet, se cruza la sala y se deja en el pasillo de producto terminado.
 5. Vuelve un almacenero llevándose el palet de producto terminado y colocándolo en su sitio correspondiente en el almacén.

A continuación, se muestra gráficamente el flujo que siguen las referencias gráficamente dependiendo de la línea por la que pasen:

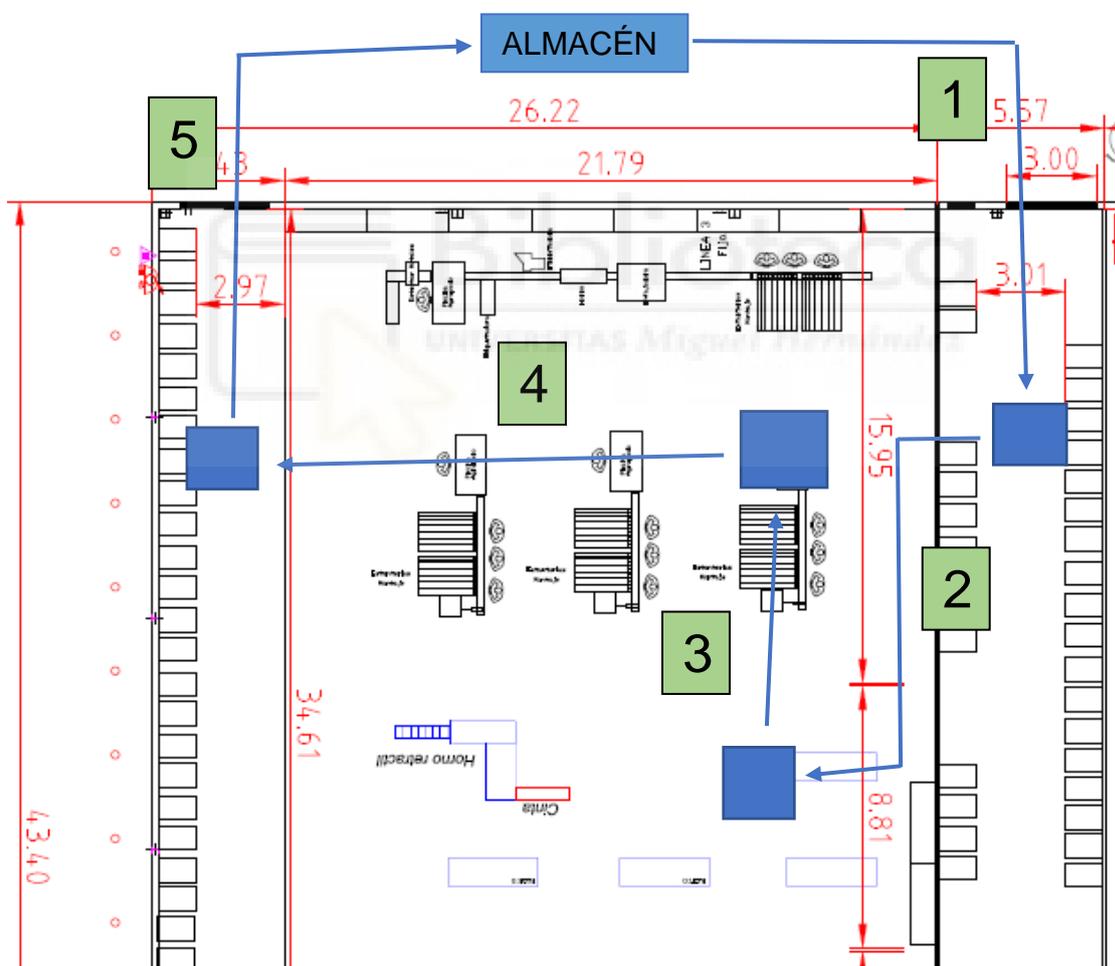


Ilustración 24 Plano movimientos material en sala de puericultura. Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que el flujo no termina de ser del todo óptimo, pudiéndose mejorar si se giran las 3 líneas 90 grados, ahorrándonos tiempo empleado en las operaciones 2 y 4, dado que ya no sería necesario mover el

palet a lo largo de toda la sala, puesto que el material de aprovisionamiento se colocaría nada más entrar a sala y el final de línea ya estaría al lado de la puerta que da al pasillo de producto terminado.

En el siguiente plano se muestra la propuesta de mejora de forma gráfica, con el nuevo flujo que describiría la producción:

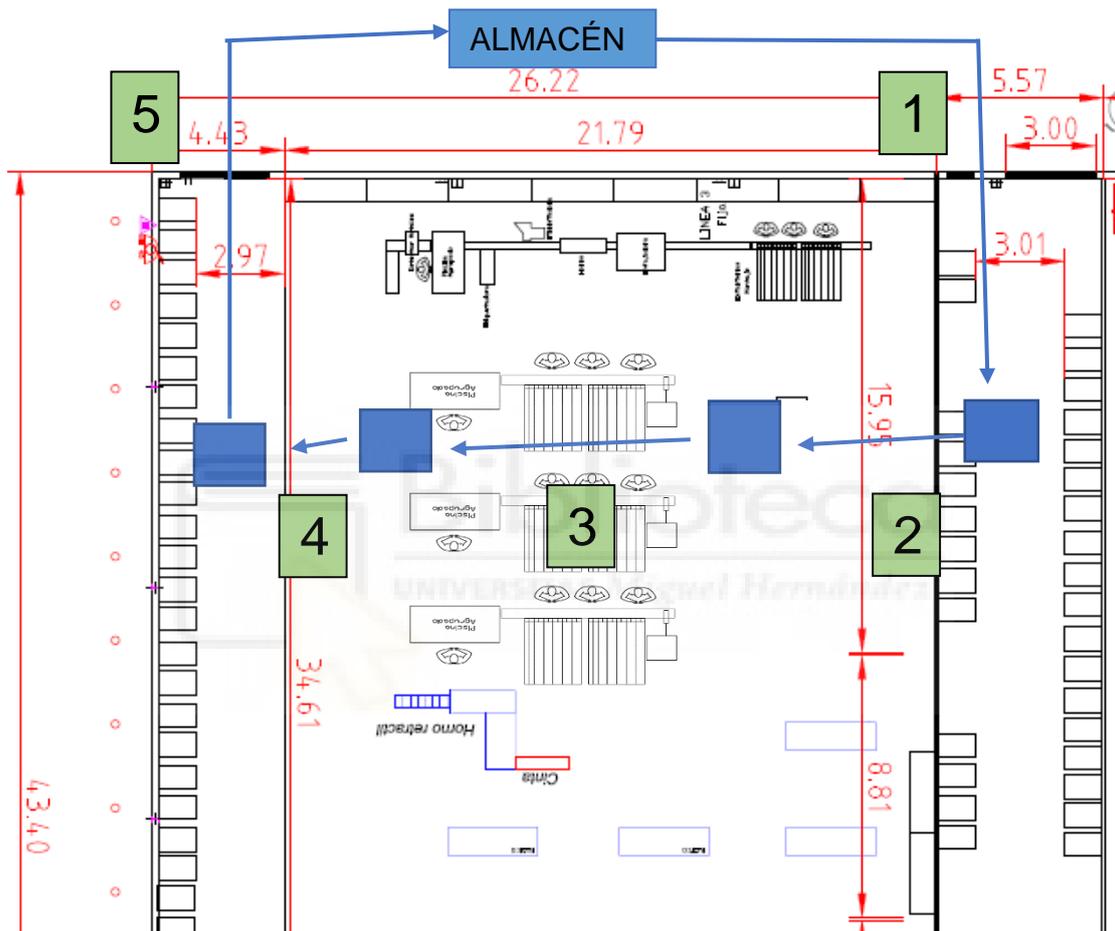


Ilustración 25 Plano movimientos material en sala de puericultura tras la mejora. Fuente: Elaboración propia.

Si comparamos ambas propuestas de *layout*, observamos que la configuración actual dibuja lo que podríamos calificar de un camino en “s”, mientras que la nueva propuesta traza lo que se puede calificar de una “u”, siendo esta última una disposición más eficiente de los distintos procesos, pues al final recorta ciertas operaciones físicamente lo que se traduce en reducir los tiempos empleados en estas, por lo que con ese tiempo no malgastado la operaria se puede dedicar a otras operaciones que sí aporten valor al proceso productivo.

Para la situación de la planta antes de ejecutar la mejora, y dependiendo de la línea que estamos analizando, la operaria debe recorrer para llevar el palet de semielaborado desde el pasillo de producto intermedio hasta la zona de aprovisionamiento 10 m, 15 m o 20 m según la línea, lo cual trasladado a tiempos son 8 s, 10 s o 14 s; tras ejecutar el cambio, recorrería 5 m en todas las líneas, temporalmente hablando serían unos 3 s, mejorando de media en 10,5 s (repartiendo la carga de trabajo de forma equitativa entre las tres líneas). Con el volumen actual de producción y teniendo en cuenta cuantos biberones se colocan en un palet de media, esta tarea se da unas siete mil veces al año, lo que implica un ahorro de alrededor de 320 €.

Con el *layout* actual y en función de si estamos hablando de una línea u otra, la operaria tiene que recorrer para llevar el palet al pasillo de producto terminado 30 m, 18 m o 7 m según la línea, si lo vemos de forma temporal tarda 20 s, 12 s o 6 s; con la mejora propuesta recorrería 5 m en todas las líneas, que traducido a tiempo sería unos 3 s, mejorando de media en 12,5 s (si repartimos equitativamente la producción entre las tres líneas). Dado el volumen actual de producción y la cantidad media de biberones por orden, dicha operación se realiza alrededor de cinco mil veces anualmente, lo que implica un ahorro de alrededor de 270 €.

Teniendo en cuenta los desplazamientos optimizados, se estima un ahorro de 600 € anuales y una mejora de alrededor del 380% para este proceso lo que desemboca en unas 38 h libres para dedicar a otras tareas que si aporten valor a la producción.

4.1.4 Modelo cinco operarias en la línea de enfajado:

Esta línea en particular se diferencia del resto de líneas de montaje de biberones en el packaging que recibe el biberón, siendo el packaging en esta línea un enfajado mediante film retráctil en contraposición a la caja PET habitual. Además, esta línea cuenta con una etiquetadora automática a parte de la precintadora habitual. Actualmente esta línea tiene la siguiente configuración:

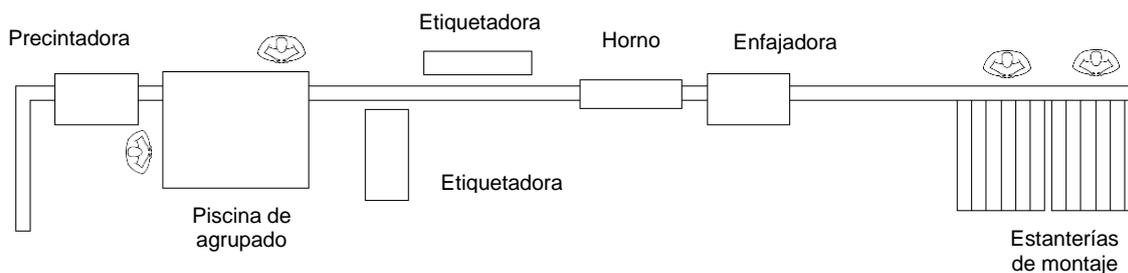


Ilustración 26 Layout actual montaje biberón línea enfajado. Fuente: Elaboración propia.

Desde hace tiempo se ha estado trabajando en el departamento de producción en la introducción de una quinta operaria en esta línea en particular, por ello se me trasladó dicha tarea. Si se analiza el modelo actual, encontramos que se genera un cuello de botella en el final de línea, por lo que será ahí donde se deberá actuar en primer lugar. Por otra parte, debido a que las tetinas que montan estos biberones son de otro proveedor y este cuenta con una calidad productiva inferior, estas han de ser revisadas para comprobar su estado, siendo revisadas en primera instancia por la operaria que ensambla el biberón, una segunda vez por la operaria de final de línea que encaja los biberones en la bandeja PET y una última vez por la operaria que se encarga de encajar la bandeja en la caja. También se ha de revisar el etiquetado debido a que en ciertos momentos la máquina que lo realiza tiende a dar problemas, generalmente cuando al rollo de etiquetas le quedan pocas unidades. Revisar el buen estado de una pieza del producto no aporta valor añadido, por lo que estas operaciones deben de ser optimizadas.

TIEMPO TOTAL	T(s) POR BIBERON	T(h)/AÑO	GASTO/AÑO
ETIQUETA INFERIOR	3,50	971	15.154 €
ETIQUETA LATERAL/TETINA	4,63	1287	20.076 €
GASTO TOTAL	8,13	2258	35.230 €

Tabla 11 Tiempo empleado en la revisión de etiquetado y tetinas y gasto asociado. Fuente: Elaboración propia.

La distribución de tareas actual da lugar a la siguiente saturación de tareas:

Oper	Sat	CT seg	Uds/min
1	88%	46,58	1,29
2	88%	46,58	1,29
3	100%	52,88	1,13
4	77%	40,81	1,47
5	0%	0,00	
6	0%	0,00	

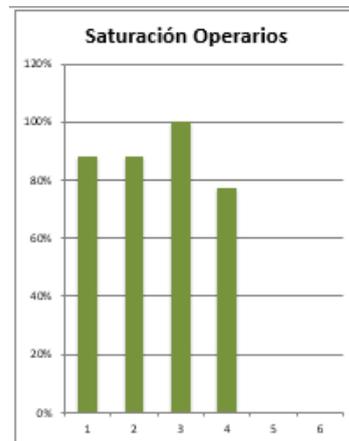


Ilustración 27 Porcentaje de saturación y capacidad productiva sistema actual para la línea de enfajado. Fuente: Elaboración propia.

El objetivo de introducir una quinta operaria aumentar de dos a tres las operarias que ensamblan el biberón, con el consecuente aumento del flujo productivo, pero como se observa en la ilustración superior, con dos operarias ensamblando ya se genera un cuello de botella en el final de línea, por lo que si se introduce una tercera operaria en ensamblado solo agravaríamos esta situación, de ahí que se tenga que modificar el final de línea para liberar parcialmente la carga de trabajo de las operarias que trabajen allí.

Oper	Sat	CT seg	Uds de PT/min
1	59%	31,05	1,93
2	59%	31,05	1,93
3	59%	31,05	1,93
4	100%	52,88	1,13
5	77%	40,81	1,47
6	0%	0,00	

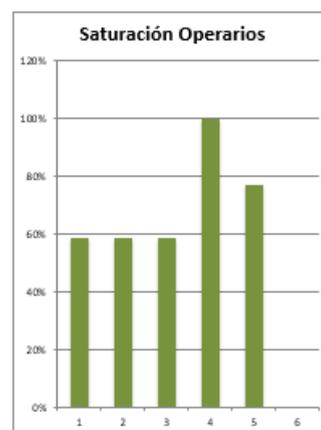


Ilustración 28 Porcentaje de saturación y capacidad productiva si se aumentara a cinco operarias sin modificar el final de línea para la línea de enfajado. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentarán las diferentes propuestas de mejora estudiadas:

Revisión automática del etiquetado inferior: Actualmente, esta operación supone alrededor de 3,5 segundos por biberón ensamblado si sumamos el tiempo que emplean las dos operarias que realizan esta operación. Para la fabricación actual (alrededor de un millón de unidades cada año) acaba suponiendo una inversión de 971 horas anualmente, lo cual se traduce en unos 15.000€. Debido a la idiosincrasia de esta operación (solo se revisa si la etiqueta está pegada o no), nos encontramos que es una operación fácilmente de automatizar puesto que con instalar un sensor fotoeléctrico que detecta si esta la etiqueta o no (la etiqueta se pega en la parte inferior del biberón, una zona que suele ser translúcida de un tono algo grisáceo, mientras que la etiqueta es blanca) debido a la diferencia de colores entre el cuerpo del biberón y la etiqueta, asociando el sensor a un actuador que expulse el biberón de la línea a una zona de cuarentena en caso de que detecte la falta de la etiqueta, sería suficiente. Un sistema de estas características tiene un coste de alrededor de 10.000€, por lo que se recuperaría la inversión en aproximadamente cuatro meses, ya que esta mejora permite la inclusión de una tercera operaria en montaje debido a que desaparece el cuello de botella de final de línea, alcanzándose una productividad un 30% mayor, siendo esta de 888 uds/h y lográndose un ahorro anualizado de 34.800€.

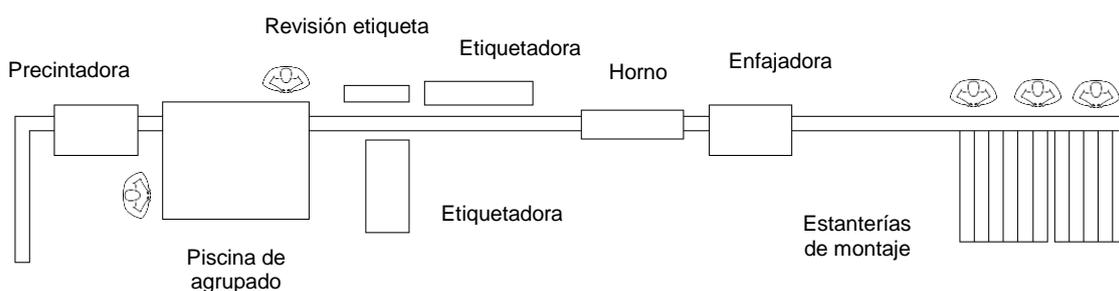


Ilustración 29 Layout montaje biberón línea enfajado con revisión de etiquetado automática.

Fuente: Elaboración propia.

Revisión automática del etiquetado inferior y omisión de una de las revisiones de final de línea de tetinas: Partiendo de la mejora anterior, añadimos que se va a suprimir una de las dos revisiones de tetinas de final de línea, debido a la duplicidad de la operación. Si omitimos esta operación, se ahorrarán 0,9 segundos por biberón, lo que supone un acumulado de 238h de trabajo/año, con un coste actual de algo más de 3.700€ anualmente. Al sumar esta mejora, se alcanzará un flujo de 920 uds/h, y debido a que no requiere de ninguna inversión, se reducirá a algo más de tres meses. Cabe recalcar que la operaria la cual realiza actualmente esta operación detecta, de forma residual, alguna tetina con algún defecto, la cual al eliminar la operación no sería detectada en un futuro, por lo que se debería poner en común con el departamento de calidad operativa si esta acción es aceptable o no. La aplicación de esta mejora supondría un ahorro en mano de obra de 38.400€, algo más de 4.000€ respecto a la anterior propuesta, por lo que habría que valorar si merece la pena realizar dicha operación por algo menos de 4.000€ o por el contrario es preferible el ahorro de costes y asumir un aumento en tetinas con algún defecto enviadas al cliente. En todo caso siempre será interesante mantener la otra revisión de tetinas que se realiza en el final de línea debido a que se realice o no, el cuello de botella esta vez está localizado en el ensamblado, por lo que no afecta a la productividad y aporta un extra de calidad.

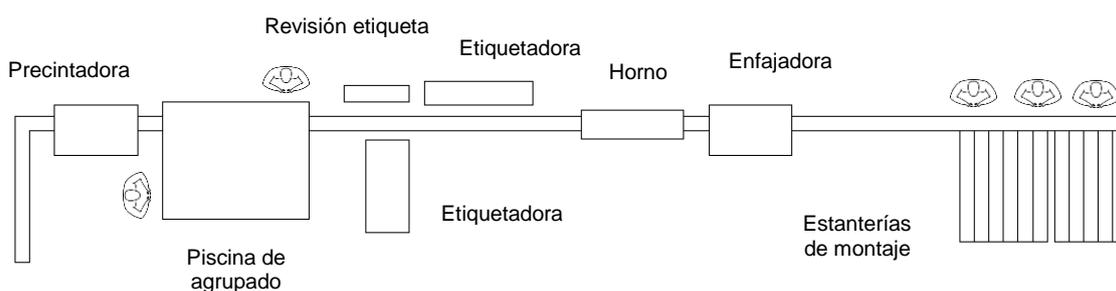


Ilustración 29 Layout montaje biberón línea enfajado con revisión de etiquetado automática y omisión de una de las revisiones de tetinas. Fuente: Elaboración propia.

Revisión automática del etiquetado inferior y omisión de todas las revisiones de tetinas a lo largo de la línea: Si analizamos ambas operaciones, podemos catalogarlas como un desperdicio en la cadena productiva, debido a que no aportan valor añadido al producto, ya que el cliente valora que la tetina se encuentre en buen estado y la etiqueta en su lugar, por lo que si las tetinas llegaran correctas por parte del proveedor y la máquina de etiquetado no tuviera problemas, el cliente seguiría obteniendo lo mismo y la empresa se ahorraría una cantidad considerable anualmente. La aplicación de esta mejora supondría un aumento del flujo productivo de alrededor del 67% a 1150 uds/h y un ahorro anual de unos 58.000€, muy superior al obtenido con las otras mejoras. Esta acción es la más complicada de llevar a cabo, debido a que se necesita de la colaboración y aprobación de otros departamentos para que esta fuera efectiva, y no fuera simplemente un ahorro para unos y un sobre coste para otros. Debido a que aporta un ahorro extra de unos 20.000€ respecto a las otras, esto deriva en dos opciones: que el departamento de compras disponga de 20.000€ extra para conseguir una mejor calidad en las tetinas o que se disponga de esa misma cantidad para asumir los costes de posibles reprocesados debido a la devolución de algún pedido del cliente por algún problema de calidad relacionado con las tetinas, es obvio que cuantos menos recursos se utilizaran, mayor ahorro para la empresa se obtendría.

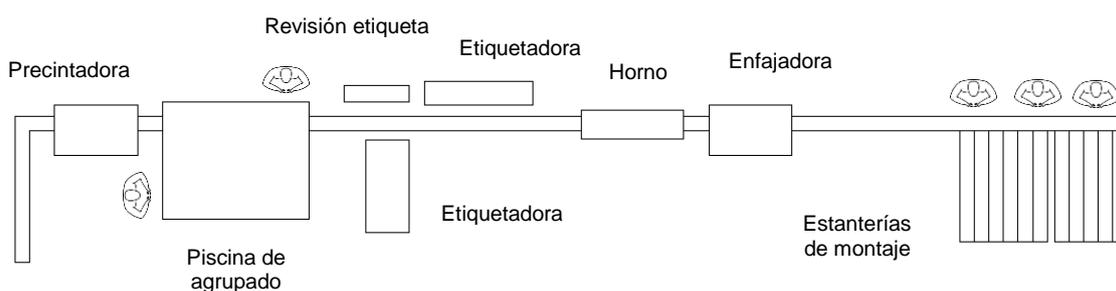


Ilustración 30 Layout montaje biberón línea enfajado con revisión de etiquetado automática y sin revisión manual de las tetinas. Fuente: Elaboración propia.

Tras exponer las distintas acciones para mejorar el funcionamiento de la línea de enfajado, en este caso, y debido a la progresividad de las mejoras (debido a que la siguiente integra a las anteriores), la mejor opción será

comenzar por la automatización del etiquetado sin alterar la revisión de las tetinas, debido a que es la única que depende únicamente del departamento de producción y a priori la convierte en la más sencilla de aplicar. Posteriormente, se tendría que llegar a un punto en común con el departamento de calidad operativa con relación a la supresión de una revisión en final de línea y por último se debería de estudiar, en conjunto con el resto de departamentos aplicados, la opción de no revisar las tetinas ya fuera porque se solucione de una forma u otra de las expuestas. Otra opción sería cambiar la revisión manual por una revisión automatizada de las tetinas, la cual tendría un coste de unos 60.000€, recuperándose la inversión en 1,2 años.

Para una mayor información de los pormenores sobre el reparto de operaciones en la línea de enfajado según la casuística de revisión, ir a: Anexo IV: Distribución de cargas de trabajo en la línea de enfajado.

4.2. LÍNEA MANUALES

Internamente, se conoce a estas líneas como “manuales”, dado que inicialmente todas las referencias que se procesaban en esta línea eran ensambladas individualmente en mesas sin ningún tipo de herramienta auxiliar que agilizara el proceso productivo.



Ilustración 30 Recurso mesa. Fuente: Elaboración propia.

Con el tiempo se añadieron dos recursos para aligerar la producción, estos son, una cinta transportadora con una precintadora al final de esta y una cinta con una máquina de film retráctil donde se procesan ciertas referencias.



Ilustración 31 Recurso cinta. Fuente: Elaboración propia.

A diferencia de la línea de biberones mencionada anteriormente, en esta se fabrica un gran surtido de referencias que poco se parecen entre sí, con unos volúmenes de producción en muchas de ellas mucho menores si los comparamos con el de biberones, por lo que se necesita de una línea con mucha flexibilidad de *layout*, dado que cada referencia tendrá unos requerimientos específicos para una producción óptima de la misma.

4.2.1. Revisión recetas del recurso mesa al recurso cinta.

Se ha observado históricamente que el tiempo de producción de diferentes referencias ha mejorado al reorganizar la fabricación de las mesas a la cinta, dado que, entre otras razones, al realizar el proceso de ensamblado completo de forma individual en una mesa, la operaria tendía a “personalizarlo” y no seguía la instrucción técnica realizada por el departamento de producción para su óptimo montaje. Al pasar a la cinta, se realiza un trabajo colaborativo (puesto que no funciona, en ningún caso, de forma óptima si al menos no hay 2 operarias, 3 preferiblemente) por lo que logramos una estandarización del proceso, dado que tendrán que trabajar según se proponga desde el departamento de producción si quieren producir de forma ágil y continua, obteniendo un resultado homogéneo. Además, el uso de una precintadora automática reduce el número de operaciones a realizar por las operarias,

aumentando así las operaciones que pueden hacer las operarias sin sufrir cuellos de botella.

Extractor de leche eléctrico: Esta referencia cuenta con un número considerable de componentes, lo que implica un alto número de operaciones para su producción. La principal razón del análisis de esta referencia es aprovechar que iba a cambiar la bandeja sobre la cual se colocan los diferentes componentes de la referencia, pasando de una bandeja de termoconformado a una bandeja de cartón preformada, la cual al tener que conformarse y ser algo más complicado colocar los diferentes componentes en ella, iba a modificar el tiempo de receta y esta iba a tener que ser recalculada. Inicialmente se propusieron dos *layouts* con un flujo productivo prácticamente igual, por lo que para que elegir que opción es mejor, priorizamos el que mejor ergonomía tiene para las operarias. Para esto, se comentó con la líder de gap cual le parecía más cómodo y ella escogió por la primera opción. Esta elección se delegó en la líder de gap dado que ella conoce mucho mejor dicho puesto de trabajo y tendrá una mejor perspectiva de cual será más ergonómico.

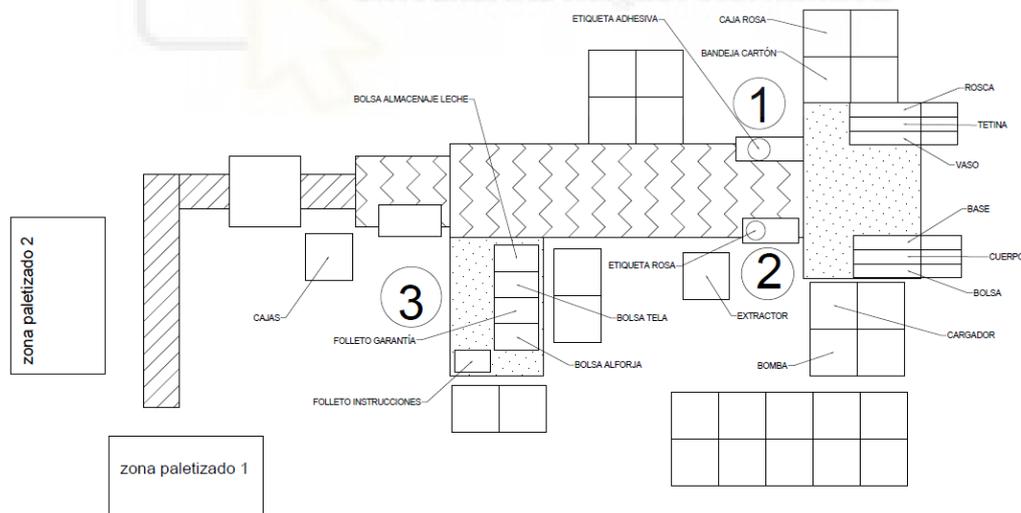


Ilustración 32 Layout extractor eléctrico en cinta. Fuente: Elaboración propia.

Con la nueva propuesta de *layout* en cinta, el tiempo teórico de receta pasa de 725 minutos para realizar mil unidades, a 684 minutos, mejorando en un 6% la productividad de esta, lo que implica con la producción actual un ahorro anual aproximadamente de unos 300€.

Extractor de leche manual: Esta referencia está estrechamente relacionada con la anterior, encontrándose en la misma situación de cambio de embandejado. La única diferencia es que esta referencia no incluye aquellos elementos que permiten que este funcione automáticamente, por lo que contará con algún componente menos. Se propusieron de igual manera dos *layouts*, y se siguieron los mismos pasos para designar cual era el más adecuado.

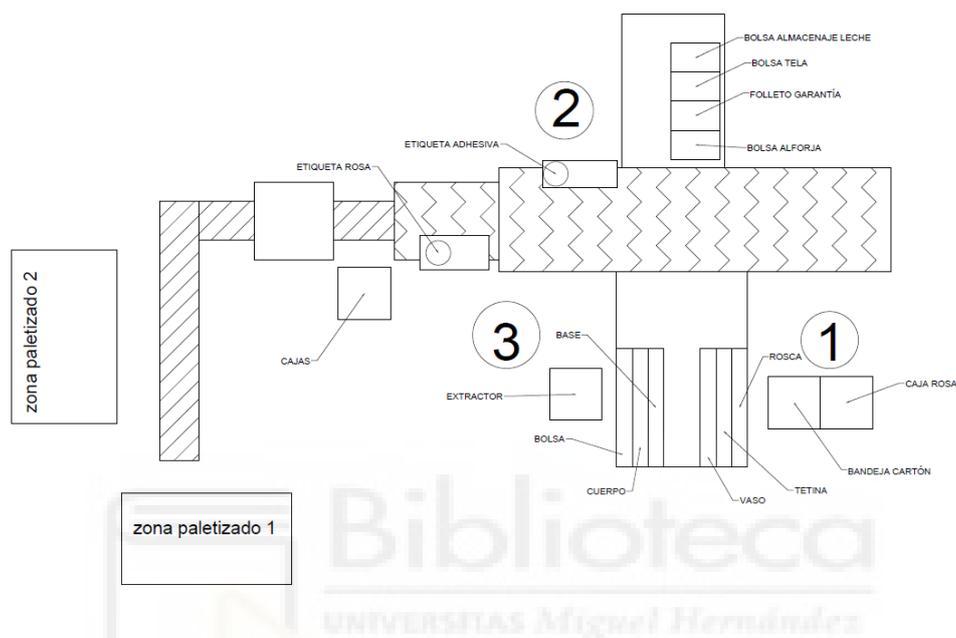


Ilustración 33 Layout extractor manual en cinta. Fuente: Elaboración propia.

Dicha mejora predice una mejoría de 684 a 556 minutos para la producción de mil unidades, lo que se traduce en un aumento del 23% de la productividad, ahorrándose actualmente unos 500€ al año.

Termo / Papillero: Estos productos se estudiarán juntos puesto que comparten las mismas operaciones de montaje y la única diferencia de componentes son si incluyen un termo o un papillero, muy similares físicamente. Tras proponer diferentes *layouts* con similares capacidades de producción, y con la misma filosofía de primar por la ergonomía de las operarias, se optó por un *layout* de dos operarias cuando se agrupan de una unidad en una unidad, y de tres operarias para cuando la agrupación es de tres unidades, para evitar los cuellos de botella de que otra forma se darían.

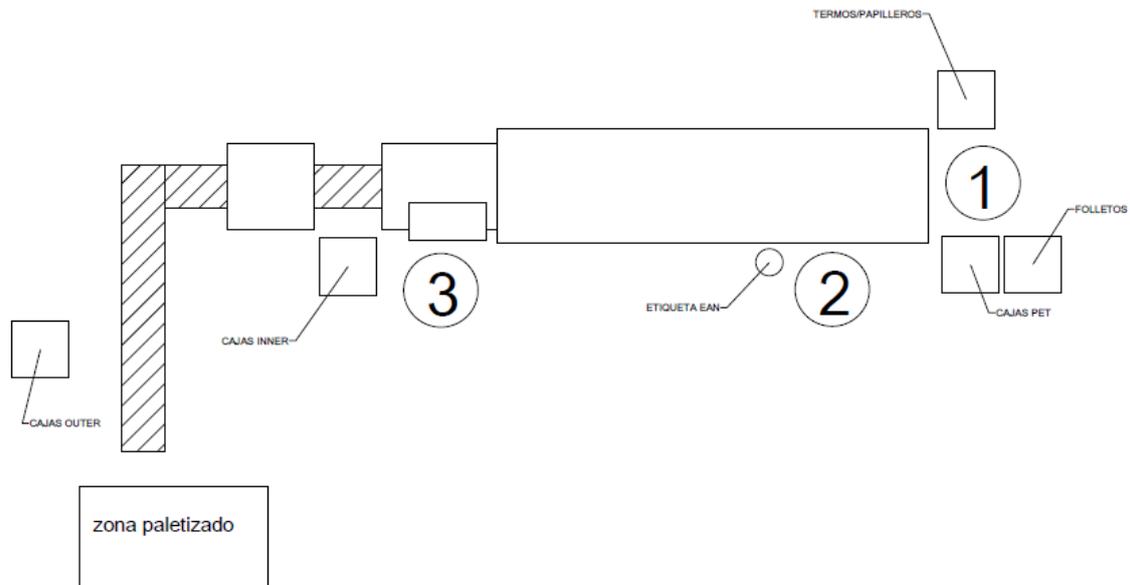


Ilustración 34 Layout termo/papillero agrupación tres uds en cinta. Fuente: Elaboración propia.

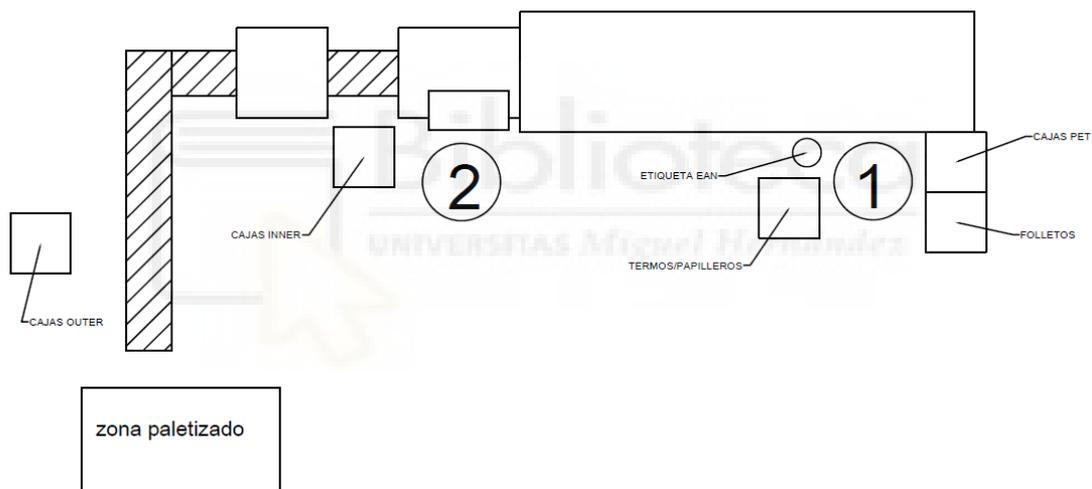


Ilustración 35 Layout termo/papillero agrupación una ud en cinta. Fuente: Elaboración propia.

Para las referencias que se agrupan de una en una unidad, tenemos una mejora de 225 a 147 minutos como tiempo necesario para la fabricación de mil unidades, aumentando en un 53% la productividad, obteniéndose un ahorro de alrededor de 3.300€ anuales. Por otro lado, para la agrupación de tres unidades, se mejora de 225 a 110, acrecentando la productividad en un 102% y resultando en un ahorro de 1.730€ cada año.

Set platos combinables BENTOO: Actualmente esta receta se realiza de forma individual todo el proceso de montaje en mesa, la cual está compuesta por una cantidad notable de operaciones lo que la hace susceptible de mejora al pasarla a la cinta. Nuevamente se procede la misma forma, siendo el siguiente *layout* el propuesto.

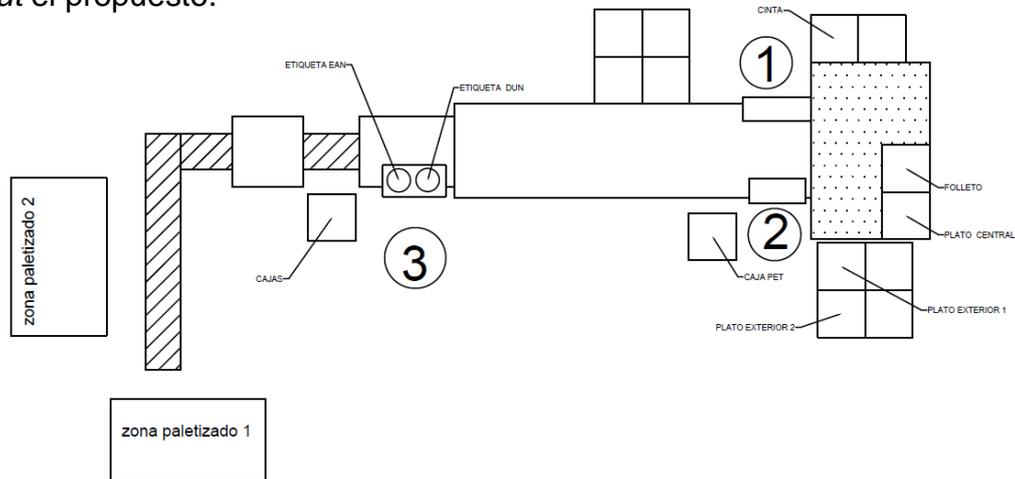


Ilustración 36 Layout set platos combinables en cinta. Fuente: Elaboración propia.

Dicha propuesta supone una rebaja de 300 a 181 minutos para mil unidades, aumentando el flujo productivo en un 66%, lo que supone un ahorro anualmente de unos 680€.

Peine: Una vez más, se procede de igual manera, se propone el siguiente *layout* con el cual mejorará la receta de 33 a 30 minutos, mejorando en alrededor de un 10% la productividad, suponiendo un ahorro de unos 160€ cada año.

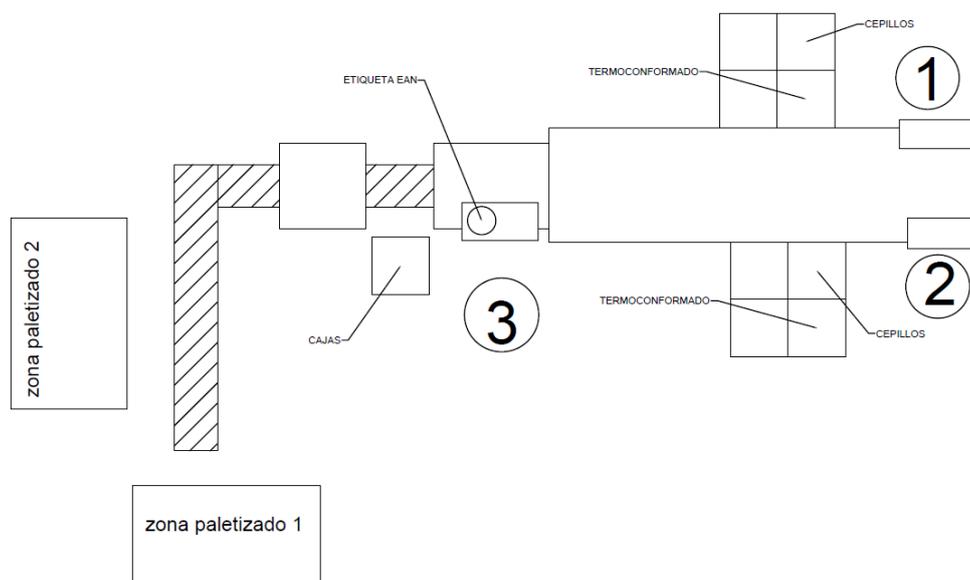


Ilustración 37 Layout peine en cinta. Fuente: Elaboración propia.

Canastilla cosmética: Esta referencia se encuentra en una situación muy similar al set platos combinables mencionado anteriormente, pues se realiza individualmente en mesa y cuenta con un número considerable de operaciones.

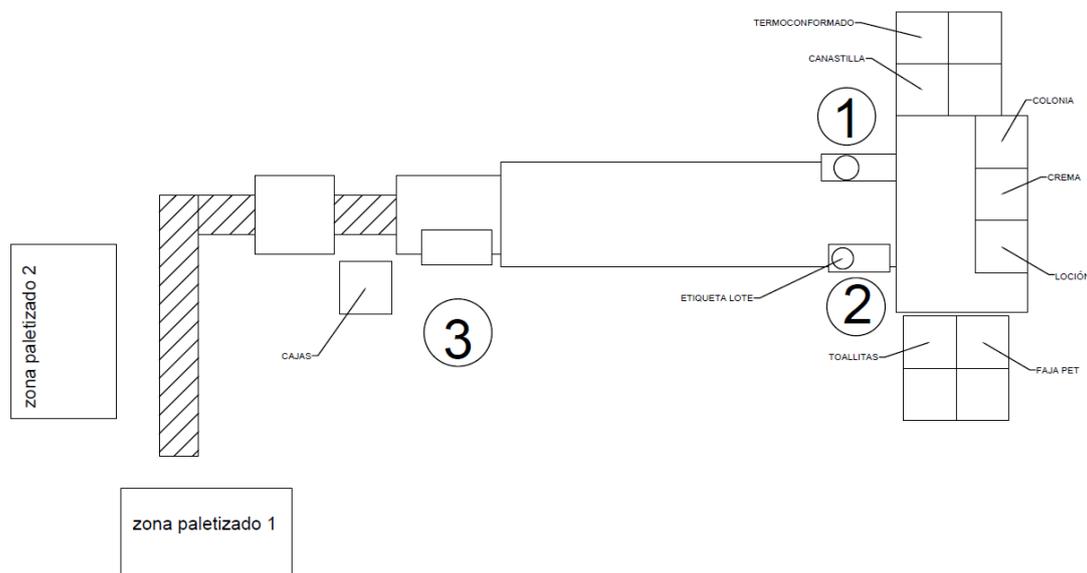


Ilustración 38 Layout canastilla cosmética en cinta. Fuente: Elaboración propia.

Con la propuesta elegida, la receta mejora de 454 a 324 minutos el tiempo requerido para la producción de mil unidades, mejorando en un 40% la productividad, repercutiendo un ahorro anual de 1.735 €.

Para un mayor desarrollo de los diseños de *layouts* y ahorro de costes, ir a: Anexo V: Cálculos cambio de producción del recurso mesa al recurso cinta.

PRODUCTO	MEJORA	AHORRO ANUAL
EXTRACTOR ELÉCTRICO	6%	300 €
EXTRACTOR MANUAL	23%	500 €
PEINE	10%	180 €
TERMO PAPILLERO 3 UDS	102%	1.730 €
TERMO PAPILLERO 1 UDS	53%	3.300 €
BENTOO	66%	680 €
CANASTILLA COSMÉTICA	40%	1.735 €
TOTAL		8.425 €

Tabla 12 Resumen ahorro de costes en cinta. Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Instalación de una segunda línea del recurso cinta.

Como consecuencia del anterior punto, al aumentar la cantidad de referencias que queremos procesar en el recurso cinta, estaríamos provocando una sobresaturación de la misma, dado que actualmente se encuentra cercana a la saturación en muchos momentos del año, teniéndose que fabricar algunas referencias en mesa con la consecuente pérdida de productividad.

Para solventar esta situación, se propone como solución la instalación de una segunda línea del recurso cinta. A priori, la solución más sencilla sería sustituir las mesas actuales por una cinta, dado que físicamente esto sería factible, pero al final generaría problemas, dado que hay ciertas referencias que sale a cuenta realizarlas en mesa, ya sea porque el packaging es demasiado pequeño o tenga alguna característica especial que impida el uso de la precintadora, por lo que debemos de mantener el recurso mesa, lo cual nos lleva a buscar otro espacio para la instalación, dado que en la sala de puericultura actualmente no hay espacio disponible.

Como solución, se propone ampliar la sala de puericultura absorbiendo una sala que queda detrás de la máquina de blíster, la cual se encuentra actualmente en desuso. Dicha sala se encuentra conectada tanto a la sala de blíster (por la cual se podrían suministrar las materias primas) como al pasillo de producto terminado, por lo que no generaría problemas del flujo logístico en las diferentes fases del proceso de producción.

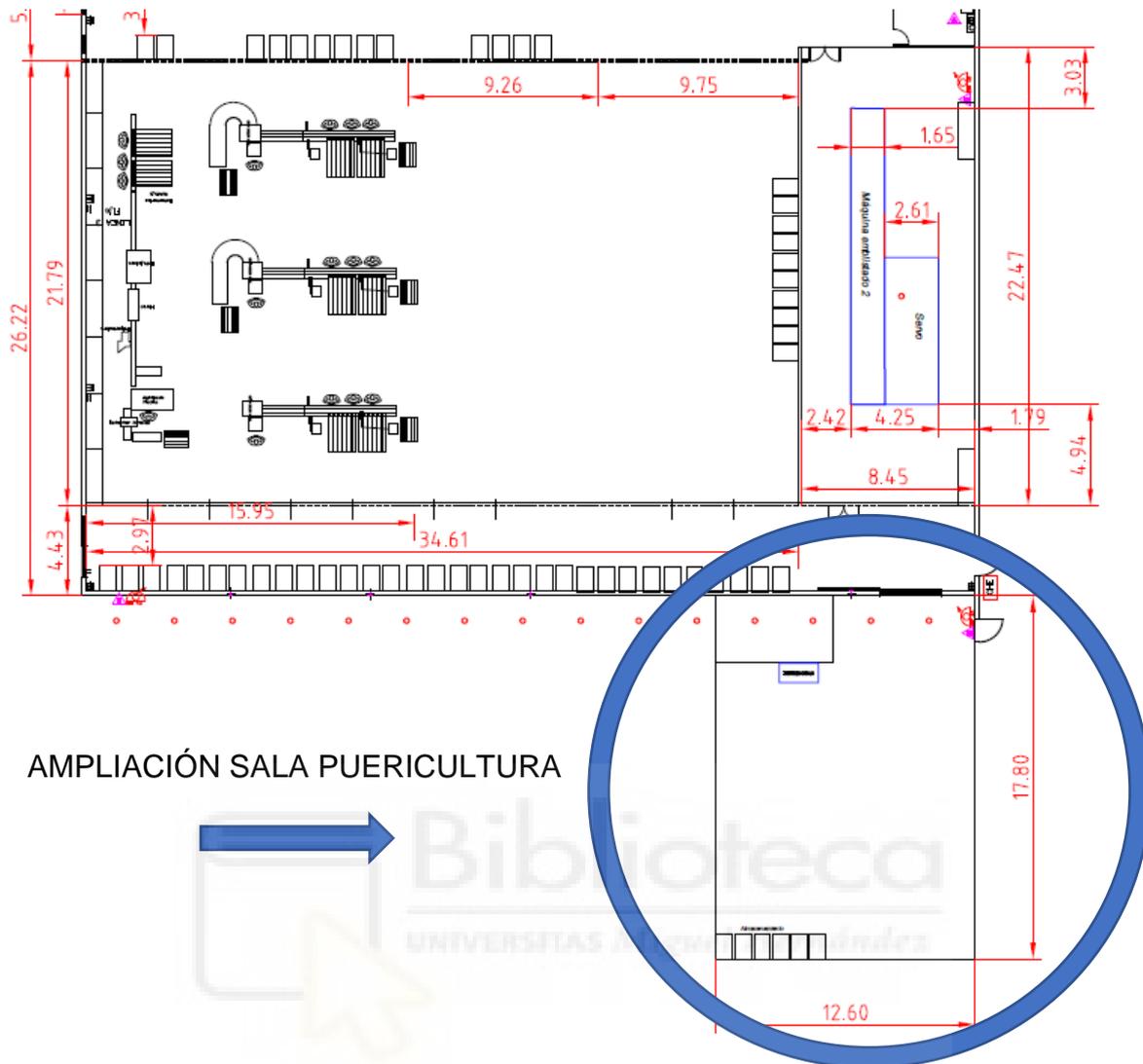


Ilustración 39 Plano ampliación sala puericultura. Fuente: Elaboración propia.

Dado que la instalación actual del recurso cinta ha desempeñado un buen funcionamiento, se optaría por repetir el diseño de la misma, por lo que se habría de adquirir una cinta y una precintadora, lo cual se estima en una inversión de unos 9.000 €, por lo que el periodo de retorno de la inversión sería de alrededor de un año si sólo tomásemos las referencias que se han trasladado de la mesa a la cinta, pero la realidad es que sería menor, puesto como se ha comentado anteriormente la cinta actualmente ya se encuentra saturada teniendo que derivar parte de la producción al recurso mesa, y generándose así una pérdida en la productividad.

5. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN PROPUESTO

Tras la identificación de la problemática existente y el trabajo desarrollado para actuar sobre la misma y solucionarla, hay que realizar una planificación para la implementación de las diversas mejoras propuestas con el objetivo de no alterar drásticamente los procesos sobre los que se actuará, siendo los cambios introducidos de forma gradual y paulatina.

La implementación del plan propuesto se divide en dos grandes bloques: Actuaciones iniciales y Actuaciones futuras. Las primeras se empezarán a aplicar entre agosto y septiembre del 2022, según la magnitud del cambio en cuestión, donde las de menor impacto se empezarán a aplicar de forma inmediata tras elaborar la solución al problema y las de mayor magnitud tras la finalización del periodo vacacional (septiembre), debido a que durante este tiempo la planta no opera de forma “normal”, mientras que las actuaciones futuras se considerarán como la consecución de las actuaciones iniciales, de ahí que se prolongue su aplicación en el tiempo.

La primera serie tratará de actuaciones de tipo reorganizativo, las cuales tienen como característica común una baja inversión inicial, provocando un ahorro en costes desde prácticamente su aplicación. La idea de ejecutar las mejoras así no es otra que reinvertir el capital ahorrado mediante esas mejoras en las siguientes, abaratando así el coste global del proyecto.

5.2. ACTUACIONES INICIALES

- **Revisión recetas del recurso mesa al recurso cinta.**

Dentro de este plan, la primera actuación y de menor impacto en cuanto al funcionamiento diario de la planta será el traslado de recetas del recurso mesa al recurso cinta, la cual se aplicará de manera inmediata tras ser desarrollada. Esta situación ya se ha dado en el pasado, por lo que las operarias ya saben cómo funciona el proceso de cambio. La principal diferencia entre ensamblar en un sitio u otro es la disposición de los elementos semielaborados que componen el producto final alrededor del recurso que se utilice en cuestión, siendo esta

disposición algo novedoso cuando se traslada una producción de un sitio a otro, por ello se elaborará un plan de ejecución para validar un *layout* óptimo y ergonómico para las operarias. El plan estará compuesto por las siguientes fases:

- Inicialmente, se dispondrá el *layout* previamente acordado con la líder de gap.
- Tras ello, se procederá a realizar una producción de “test”, con el objetivo de verificar que el reparto de tareas y la disposición del *layout* es óptimo y no se generan cuellos de botella.
- A continuación, se verifica cuantitativamente cual es el ritmo de producción, ya sea gracias a los datos extraídos del ERP o a documentación gráfica. Si el resultado es positivo, se dará por válido el *layout* y se normalizará, si no, se corregirá el *layout* y se repetirían estos pasos.

En el momento de redacción de este trabajo de fin de grado, no todas las referencias que se han analizado y propuesto para trasladarlas del recurso mesa al recurso cinta han vuelto a producirse, por lo que todavía no se cuentan con datos de producción para corroborar las mejoras de esas referencias, no obstante, si se cuenta con datos de las siguientes referencias:

- Extractor de leche eléctrico: Para esta referencia, se estimó un tiempo teórico de receta de 684 minutos por cada mil unidades, y tras varias órdenes de producción de dicha referencia se ha obtenido un tiempo de producción de 675 minutos, un 1.5% más rápido de lo esperado, aumentando el ahorro de 310 a 380€ anuales.
- Extractor de leche manual: Este producto tuvo una estimación de unos 556 minutos para fabricar mil unidades, obteniéndose tras una serie de producciones 560 minutos, algo menos de un 1% más de tiempo necesario, pasándose de un ahorro anualizado de 511 a 496€.

- Termo/papillero: Dichas referencias tuvieron una estimación para el tiempo de receta de 147 minutos para la agrupación de una unidad y de 110 minutos para la de tres unidades, las cuales han resultado en 141 minutos para la de una unidad y 123 minutos para la agrupación de tres, tras una serie de nuevas producciones. Esto implica una desviación positiva del 4% y una negativa del 11%, siendo los ahorros anuales finales de 3.575€ y 1.540€ correspondientemente.
- Peine: Se estimó un tiempo de producción para mil unidades de 30 minutos, siendo este tras una serie de producciones de 29 minutos, aumentando la productividad en un 3% extra, aumentándose así el ahorro hasta los 230€ anualmente.



Ilustración 40 Comparativa ahorro real vs ahorro previsto recurso mesa a recurso cinta. Fuente: Elaboración propia.

Tomando como ejemplo las referencias que ya han sido producidas en el recurso cinta, se puede comprobar que las desviaciones son ligeras, algo positivas o negativas según el producto, respecto al cálculo teórico que se planteó con anterioridad, siendo este resultado considerado como positivo, puesto que se planteaban ahorros interesantes para la planta.

- **Redistribución de operaciones según destreza.**

A fin de implementar esta mejora, se esperará a septiembre para la vuelta a un funcionamiento “normal” de la planta, facilitando así el cambio en la filosofía de trabajo. Operativamente hablando, este cambio no requiere de un gran trabajo o de un plan de implementación extenso, pues simplemente las operarias con experiencia desarrollaran unas tareas y las sin experiencia otras y se modificará ligeramente el *layout* de planta al converger dos líneas.

Por otra parte, al reconfigurar la forma de distribuir las tareas según este baremo, deberá de modificarse el plan formativo de operarias existente en la empresa. La principal modificación que sufrirá este, es la división del mismo en dos fases: una primera donde se formará a la operaria en tareas con una curva de aprendizaje pequeña, y una segunda, tras obtener dicha operaria un contrato indefinido, se le formará en tareas con una mayor curva de experiencia. El hecho de que una operaria este formada para realizar una gran cantidad de operaciones es positivo debido a la flexibilidad que aporta a la hora de distribuir la mano de obra en planta en función de las demandas productivas que haya en un momento dado, es por ello por lo que la segunda fase del plan formativo no debe ser demorada una vez se le haga un contrato indefinido a la operaria.

Debido a la necesidad de dar prioridad a la fabricación de otras referencias y un nivel actual de mano de obra disponible bajo, en el momento de la redacción del presente trabajo de fin de grado, aún no ha sido implantada dicha propuesta de mejora, por lo que no se cuenta con datos de producciones reales para contrastar la propuesta.

- **Nuevo *layout* para las líneas de biberones.**

Para una buena optimización de la implantación de las mejoras, se aprovechará la ejecución del anterior paso, la redistribución de operaciones según destreza, para también implementar esta mejora, ya que en el anterior paso se produce un cambio en el *layout* de planta y para no tener que repetir una modificación dos veces, primero se procederá a girar las líneas y luego a la convergencia de dos de ellas. Esta mejora tampoco necesita de un plan de

ejecución, ya que tan solo se trata de girar noventa grados las tres líneas de producción.

Debido a que la ejecución de esta mejora va ligado a la anterior, en el momento de la redacción del presente proyecto aún no se ha podido ejecutar.

- **Modelo cinco operarias en la línea de enfajado.**

Al igual que con la redistribución de las operaciones según destreza, se esperará a septiembre para que haya un funcionamiento “normal” en planta. Para iniciar esta acción, se necesitará comenzar con la instalación del mecanismo que compruebe automáticamente que el etiquetado es correcto, por lo que previamente habrá que contactar con el proveedor para acordar los términos económicos y los plazos de entrega e instalación. Una vez instalada esta nueva estación de control, se procederá a cambiar el método de cinco operarias. No se necesitarán formaciones, puesto que la labor que desempeñan las operarias seguirá siendo la misma.

En el momento de la redacción del presente proyecto, dicha mejora no está aún implementada en fase de producción, pero si se ha validado el método en una simulación para comprobar las productividades reales que se podrían alcanzar. A falta de la aprobación del presupuesto necesario para realizar los cambios propuestos y la decisión sobre si se siguen revisando las tetinas o ya no es necesario, se ha comprobado que ritmo de producción se podría alcanzar con las tres propuestas de mejora, obteniéndose los siguientes resultados:

- **Revisión automática del etiquetado inferior:** la simulación para este punto ha consistido en omitir la revisión del etiquetado inferior, manteniéndose el resto de operaciones iguales y sumando la tercera operaria en ensamblado, dando lugar a un flujo de 912 uds/h, casi un 3% más rápido de lo estipulado en el análisis teórico. Con dicho flujo productivo se alcanzará un ahorro anualizado de 37.500€, algo mayor de los 34.800€ inicialmente proyectados.

Oper	Sat	CT seg	Uds de PT/min
1	99%	31,57	1,90
2	99%	31,57	1,90
3	99%	31,57	1,90
4	94%	29,85	2,01
5	100%	31,82	1,89
6	0%	0,00	

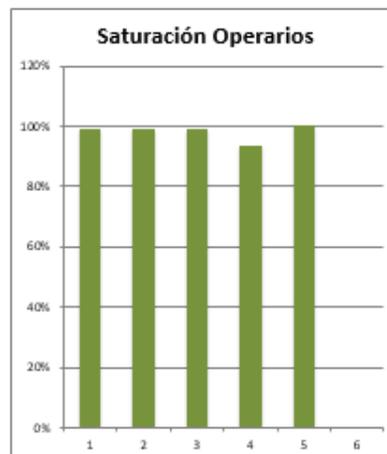


Ilustración 41 Porcentaje de saturación y capacidad productiva línea de enfajado con automatización de la revisión del etiquetado inferior en simulación de la producción. Fuente: Elaboración propia.

- **Revisión automática del etiquetado inferior y omisión de una de las revisiones de final de línea de tetinas:** para obtener los datos para este modelo de la línea, se ha omitido la segunda revisión de la tetina además de la anterior omisión de la revisión del etiquetado inferior. Con ello se ha obtenido un flujo de 945 uds/h aumentando alrededor de un 2% respecto a la previsión (920uds/h), por lo que el ahorro aumenta de los 38.400€ hasta los 41.000€ anualmente.

Oper	Sat	CT seg	Uds de PT/min
1	100%	30,51	1,97
2	100%	30,51	1,97
3	100%	30,51	1,97
4	99%	30,13	1,99
5	75%	22,91	2,62
6	0%	0,00	

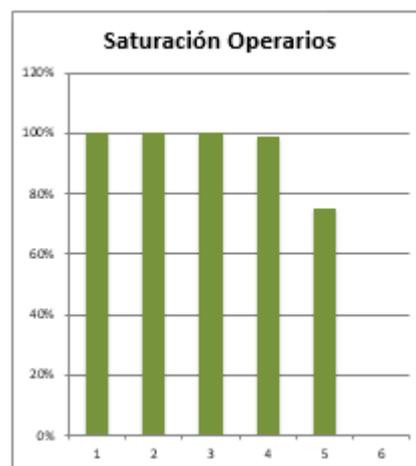


Ilustración 42 Porcentaje de saturación y capacidad productiva línea de enfajado con automatización de la revisión del etiquetado inferior y omisión de la revisión de una de las revisiones de final de línea de tetinas en simulación de la producción. Fuente: Elaboración propia.

- **Revisión automática del etiquetado inferior y omisión de todas las revisiones de tetinas a lo largo de la línea:** el procedimiento para la obtención del flujo productivo ha consistido en eliminar todas las revisiones que actualmente se realizan, midiéndose una capacidad productiva de 1120 uds/h, un 2,4% menor de las 1150 uds/h estimadas en el cálculo teórico, disminuyendo ligeramente el impacto económico desde los 58.200€ hasta los 56.100€ anuales.

Oper	Sat	CT seg	Uds de PT/min
1	100%	25,65	2,34
2	100%	25,65	2,34
3	100%	25,65	2,34
4	87%	22,31	2,69
5	92%	23,63	2,54
6	0%	0,00	



Ilustración 43 Porcentaje de saturación y capacidad productiva línea de enfajado con automatización de la revisión del etiquetado inferior y omisión de todas las revisiones de tetinas a lo largo de la línea en simulación de la producción. Fuente: Elaboración propia.

Al igual que sucedía anteriormente en el cambio de recetas del recurso mesa al recurso cinta, obtenemos una serie de desviaciones pequeñas, algo positivas o negativas dependiendo del cambio, con respecto a la estimación teórica que se planteó originalmente, resultando la idea como positiva, dado que se preveían ahorros sustanciales para la línea.

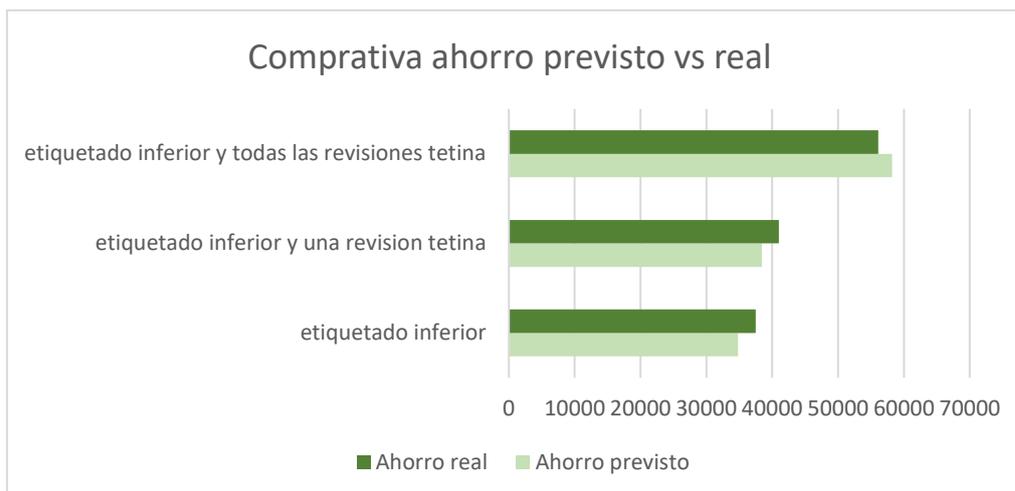


Ilustración 44 Comparativa ahorro real vs ahorro previsto. Fuente: Elaboración propia.

5.3. ACTUACIONES FUTURAS

- **Instalación de una segunda línea del recurso cinta.**

Para la implementación de esta mejora no se va a establecer una fecha en el calendario, sino que, por lo contrario, se va a monitorear desde que se comiencen a trasladar referencias del recurso mesa al recurso cinta, cual es el porcentaje de saturación de la cinta si se fabricaran todas las referencias estipuladas en esta. Cuando este alcance alrededor de un porcentaje de saturación de aproximadamente 120-140%, sería un buen momento para proceder a la ejecución de la mejora, dado que entonces tendríamos alrededor de un 60-70% de saturación en cada línea, puesto que con un porcentaje menor la nueva línea tendría un uso bajo, aumentando considerablemente el retorno de la inversión.

Por las características propias de esta mejora, se deben de adquirir una cinta y una precintadora, por lo que se deberá de tener en cuenta la pequeña demora que significará que el proveedor traslade ambos equipos a la planta. Esta demora no será significativa como para que sea necesario la elaboración de un plan temporal de instalación de la línea, puesto que no se trata ni de maquinaria ad-hoc ni de una instalación particular.

- **Automatización línea biberones.**

Esta es, probablemente, la mejora que más se prolongará su ejecución debido a los costes que tiene asociados su implementación. Tampoco se optará por establecer una fecha en el calendario para el inicio de esta mejora, pues tampoco tendría mucho sentido darle esa rigidez al proyecto. Debido a la inversión necesaria, será el volumen de biberones que se fabriquen quien marque cuando se le da luz verde al inicio de este proyecto, puesto que como se ha mostrado anteriormente, a mayor producción, menor se vuelve el retorno de la inversión, por lo que se vuelve más sencillo que la dirección de la empresa vea con buenos ojos realizar el desembolso necesario. Además, conforme pase el tiempo, se empezarán a notar los efectos de las mejoras organizativas, por lo que se podría dedicar ese ahorro para ejecutar esta actuación, acortándose los plazos de ejecución. Actualmente, la empresa estudia proyectos con un retorno de la inversión menor de 1,5 años, por lo que la iniciación del mismo con la automatización parcial del packaging (1,74 años) no debería demorarse mucho en el tiempo, ya que al contar con el ahorro extra mencionado con anterioridad este plazo se acortaría ligeramente.

ACTUACIÓN	INICIO (MES INICIO)	FIN (MES FINALIZACIÓN)	RECUPERACIÓN INVERSIÓN (MES)	MES 1-7	MES 8-26	MES 27-67	MES 68-87
CAMBIO FILOSOFÍA A SEGÚN DESTREZA	1	7					
AUTOM PACKAGING	8		26				
AUTOM TOTAL	68		87				

Tabla 13 Diagrama de Gantt ejecución automatización. Fuente: Elaboración propia.

Al contrario que en los otros puntos, aquí si estamos ante una mejora con un alto impacto en planta, pues sería el inicio de la automatización de la sala de puericultura. Debido a la idiosincrasia del proyecto, este si requiere de un plan de ejecución más detallado del mismo.

Una vez se cuente con el visto bueno por parte de la dirección, se procederá a contactar al proveedor para realizar una reunión donde se cierren los detalles técnicos, económicos y de ejecución del proyecto. Tras ello, el proveedor entregará una planificación donde indicará los plazos de entrega y puesta en

marcha de la maquinaria, los cuales se tendrán en cuenta para diseñar el plan formativo de las operarias que trabajaran en los puestos asociados a la línea que se mejora.



6. EVALUACIÓN Y VALORACIÓN FINAL

La realización de este proyecto parte del supuesto, lanzado por parte de la empresa, de la mejora de procesos productivos. Se ha de tener en cuenta que estamos ante una empresa líder en el mercado de la puericultura ligera, por lo que cuentan con una amplia experiencia en la fabricación de sus distintos productos y en consecuencia muchos de sus procesos se encuentran considerablemente optimizados que ya aplicaba técnicas *Lean* antes de la redacción del proyecto, lo cual implica que la implementación de mejoras *Lean* será de menor relevancia.

A lo largo de este trabajo de fin de grado se han analizado distintos procesos y operaciones con la intención de detectar cuales eran susceptibles de una mejora tangible para la empresa, para a continuación actuar sobre ellos, con el objetivo de mejorar la productividad de la fábrica, mejorando así su competitividad en el mercado.

Tras la realización del estudio, se puede afirmar que, aun cuando ya se han aplicado técnicas *Lean* en el pasado y los procesos en planta cuentan con una notable optimización, queda margen de mejora como queda reflejado en la redacción de este proyecto. Además, cabe recalcar que la reflexión anterior demuestra que la filosofía *Lean Manufacturing* funciona, puesto que esta defiende la máxima de la “mejora continua” y es la situación que se ha dado en la realización del proyecto, puesto que se partía de la premisa de que ya había principios del *Lean* aplicados en la empresa.

Recapitulando, se puede llegar a la conclusión, a priori, de que se va a cumplir satisfactoriamente la premisa de la que nació este proyecto, la mejora de procesos manufactureros mediante técnicas *Lean*. Se puede llegar a dicha afirmación debido a los resultados que han arrojado las diferentes propuestas de mejora expuestas a lo largo de la redacción de este trabajo, entre las cuales encontramos:

- Con el conjunto de recetas que se ha conseguido trasladar al recurso cinta, se obtiene una mejora productiva de entre el 7,5% y el 83% en función de la referencia afectada, con una previsión de ahorro de 8.636€ anuales y con relación a esta mejora la implementación futura de una nueva línea permitirá seguir desarrollando esta mejora a más referencias.
- Con respecto a las mejoras aplicadas a las líneas de biberones, se estiman mejoras de entre el 6,5% y el 8,8% en la productividad para las mejoras reorganizativas según la destreza de la operaria, con un impacto económico de entre 25.000 y 30.000€ anuales. Por otra parte, la propuesta del nuevo *layout* de las líneas implica una mejora del 380% para el tiempo que se emplea en el movimiento de mercancías dentro de sala, con un impacto económico de alrededor de 600€ cada año.
- En cuanto a la línea de enfajado, con la aplicación de la fase inicial se consigue introducir una quinta operaria en la línea, con un aumento en la productividad del 33% lo que implica un ahorro anual de 37.500€, recuperándose la inversión en unos 4 meses y potencialmente se podría aumentar el ahorro en alrededor de 20.000€ anuales si se consiguiera una respuesta positiva por los demás departamentos implicados respecto a la revisión de tetinas.
- Por último, la automatización de la línea de biberones, iniciando con la automatización parcial del packaging, estima un ahorro en mano de obra de 65.400 € cada año, con un ROI de 1,74 años, y acabando con la automatización total de la línea prevé una reducción de costes de 124.000€ anualmente, recuperándose la inversión en un periodo de alrededor de 4,22 años.

Si se analiza el impacto económico en comparación con la mejora porcentual en rendimiento de las diferentes mejoras, se puede observar casos

donde una alta mejora porcentual del rendimiento tiene un impacto moderado y viceversa, por lo que se puede concluir que merece la pena invertir esfuerzos en concebir mejoras donde más valor se genera para la empresa, por lo que haber centrado la mayoría de este trabajo alrededor del biberón se puede considerar como un acierto.

En el proyecto redacto se han propuesto mejoras de carácter reorganizativo y de automatización, siendo estas últimas las que potencialmente tienen mayor capacidad de ahorro. Pese a ello, el conjunto de reformas organizativas supone un importante ahorro para el departamento de producción con una inversión mínima, consiguiendo así tener una importancia relevante dado que, al no requerir de inversiones importantes, conseguir que se apliquen una vez desarrolladas es algo sencillo, por lo que deben de ser la primera solución en la que pensar cuando se quieran desarrollar futuras mejoras.

La redacción de este proyecto se ha centrado únicamente en la mejora de procesos manufactureros, sin tenerse en cuenta otras áreas de la planta, como son la zona de inyección, serigrafía, o tampografía entre otras, con lo que se podría, y debería, ampliar el alcance de este estudio a esas áreas en un futuro debido a los buenos resultados que han arrojado las mejoras propuestas, siguiéndose así la filosofía de mejora continua que sustenta el sistema *Lean Manufacturing*.

7. ANEXOS

7.1. ANEXO I: Distribución de cargas de trabajo según destreza y ahorro de costes.

7.1.1. Distribución tareas:

- Opción 1: Modificación del reparto de tareas.

TAREAS EN LÍNEA				MEDICIÓN (Uds y Tiempos)				MÉTODO DE TRABAJO			M.O.D	349,3%				
Activa	% Dedicación	Operario	Nº Operación	Listado de operaciones:	TIPOLOGÍA	Uds Gestionadas	Uds Observadas/Tarea	Tiempo Operación Observado (seg)	Desplazamiento	Tiempo por Ud Observ	Uds por PT	Tiempo por unidad P.T.	Uds PT/min	Saturación	CT turno (seg)	CT turno (min)
x	100%	1	1	Operación nº1	Colocar tapa en botella	1				1,7	1	1,72	34,92	30,5%	8.786	146
x	100%	2	2	Operación nº2	Montar tetina en la rosca	1				2,6	1	2,61	22,98	46,3%	13.348	222
x	100%	1	3	Operación nº3	Enroscar	1				2,1	1	2,06	29,17	36,5%	10.517	175
x	100%	1	4	Operación nº4	Colocar Vaso	1				1,4	1	1,45	41,51	25,7%	7.390	123
x	100%	2	5	Operación nº5	Montar caja PET	1				1,8	1	1,85	32,49	32,8%	9.441	157
x	100%	3	6	Operación nº6	Introducir Folleto	1				1,5	1	1,51	39,86	26,7%	7.696	128
x	100%	3	7	Operación nº7	Introducir Biberón	1				1,2	1	1,15	52,09	20,5%	5.890	98
x	100%	3	8	Operación nº8	Cerrar caja PET	1				2,5	1	2,54	23,63	45,1%	12.985	216
x	100%	3	9	Operación nº9	Colocar en cinta	1				0,4	1	0,44	137,64	7,7%	2.229	37
x	100%	4	10	Operación nº10	Montar caja inner	3				1,7	1	0,57	105,88	10,1%	2.897	48
x	100%	4	11	Operación nº11	Meter 3 biberones	3				2,2	1	0,73	81,82	13,0%	3.750	62
x	100%	4	12	Operación nº12	Cerrar caja	3				1,3	1	0,43	138,46	7,7%	2.216	37
x	100%	4	13	Operación nº13	Etiquetar	3				2,3	1	0,77	78,26	13,6%	3.920	65
x	100%	4	14	Operación nº14	Paletizar	3				2,2	1	0,73	81,82	13,0%	3.750	62

Tabla 14 Distribución tareas con modificación en el reparto. Fuente: Elaboración propia.

FRECUENCIALES - APROVISIONAMIENTOS								Frec. Minutos							
x	%	Operario	Nº Operación	Operación	Uds	Uds	Tiempo	Uds	Tiempo	Frec. Minutos	Saturación	CT turno (seg)	CT turno (min)		
x	100%	4	1	Operación nº1	CAJA PET	475			133,00	1	0,28	44,6	5,0%	1.432	24
x	100%	4	2	Operación nº2	FOLLETO	3150			252,00	1	0,08	295,7	1,4%	409	7
x	100%	4	3	Operación nº3	ROSCA	600			60,00	1	0,10	56,3	1,8%	511	9
x	100%	4	4	Operación nº4	VASO	400			96,00	1	0,24	37,6	4,3%	1.227	20
x	100%	4	5	Operación nº5	TETINA	540			36,00	1	0,07	50,7	1,2%	341	6
x	100%	4	6	Operación nº6	TAPA	1000			90,00	1	0,09	93,9	1,6%	460	8
x	100%	4	7	Operación nº7	BOT	44			12,00	1	0,27	4,1	4,8%	1.394	23

Tabla 15 Distribución aprovisionamientos para modificación del reparto de tareas. Fuente: Elaboración propia.

Oper	Sat	CT seg	Uds/min
1	93%	5,22	11,49
2	79%	4,46	13,46
3	100%	5,63	10,65
4	77%	4,36	13,75
	0%	0,00	
	0%	0,00	

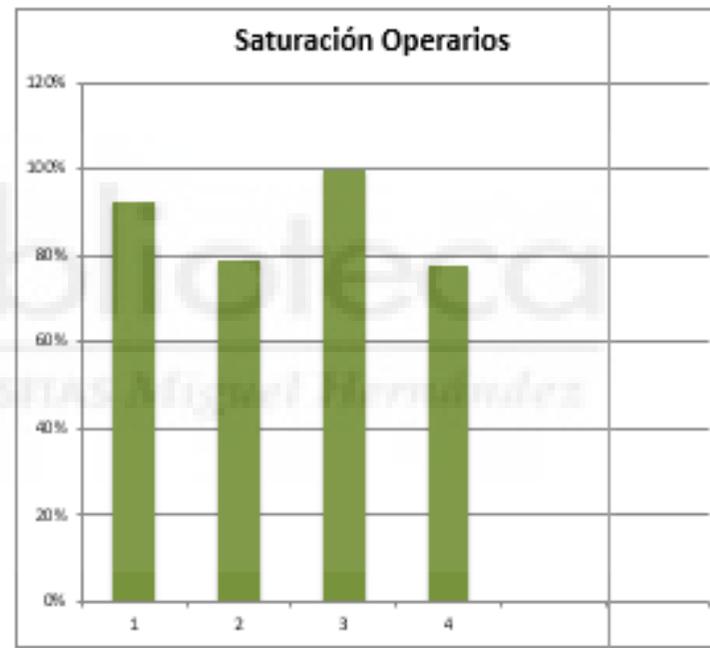


Ilustración 45 Porcentaje de saturación y capacidad productiva para modificación del reparto de tareas. Fuente: Elaboración propia.

- **Opción 2: Aumento a 5 operarias y modificación del reparto de tareas:**

TAREAS EN LÍNEA				Listado de operaciones:	TIPOLOGÍA	MEDICIÓN (Uds y Tiempos)				MÉTODO DE TRABAJO			M.O.D	476.6%	Saturación	CT turno (seg)	CT turno (min)
Activa	% Dedicación	Operario	Nº Operación			Uds Gestionadas	Uds Observadas/Tarea	Tiempo Operación Observado (seg)	Desplazamiento	Tiempo por Ud Observ	Uds por PT	Tiempo por unidad P.T.	Uds PT/min				
x	100%	2	1	Operación nº1	Colocar tapa en b	1			1,7	1	1,72	34,92		41,6%	11.991	200	
x	100%	1	2	Operación nº2	Montar tetina en	1			2,6	1	2,61	22,98		63,3%	18.216	304	
x	100%	2	3	Operación nº3	Enroscar	1			2,1	1	2,06	29,17		49,8%	14.352	239	
x	100%	1	4	Operación nº4	Colocar Vaso	1			1,4	1	1,45	41,51		35,0%	10.086	168	
x	100%	3	5	Operación nº5	Montar caja PET	1			1,8	1	1,85	32,49		44,7%	12.884	215	
x	100%	3	6	Operación nº6	Introducir Folleto	1			1,5	1	1,51	39,86		36,5%	10.503	175	
x	100%	4	7	Operación nº7	Introducir Biberón	1			1,2	1	1,15	52,09		27,9%	8.038	134	
x	100%	4	8	Operación nº8	Cerrar caja PET	1			2,5	1	2,54	23,63		61,5%	17.720	295	
x	100%	4	9	Operación nº9	Colocar en cinta	1			0,4	1	0,44	137,64		10,6%	3.042	51	
x	100%	5	10	Operación nº10	Montar caja inne	3			1,7	1	0,57	105,88		13,7%	3.954	66	
x	100%	5	11	Operación nº11	Meter 3 biberone	3			2,2	1	0,73	81,82		17,8%	5.117	85	
x	100%	5	12	Operación nº12	Cerrar caja	3			1,3	1	0,43	138,46		10,5%	3.024	50	
x	100%	5	13	Operación nº13	Etiquetar	3			2,3	1	0,77	78,26		18,6%	5.350	89	
x	100%	5	14	Operación nº14	Paletizar	3			2,2	1	0,73	81,82		17,8%	5.117	85	

Tabla 16 Distribución tareas con cinco operarias y modificación en el reparto. Fuente: Elaboración propia.

FRECUENCIALES - APROVISIONAMIENTOS				Operación nº	CAJA PET	FOLLETO	ROSCA	VASO	TETINA	TAPA	BOT	Frec. Minutos			Saturación	CT turno (seg)	CT turno (min)
x	%	Operario	Nº									475	3150	600			
x	100%	3	1	Operación nº1	CAJA PET	475			133,00	1	0,28	32,7		6,8%	1.954	33	
x	100%	3	2	Operación nº2	FOLLETO	3150			252,00	1	0,08	216,7		1,9%	558	9	
x	100%	5	3	Operación nº3	ROSCA	600			60,00	1	0,10	41,3		2,4%	698	12	
x	100%	5	4	Operación nº4	VASO	400			96,00	1	0,24	27,5		5,8%	1.675	28	
x	100%	5	5	Operación nº5	TETINA	540			36,00	1	0,07	37,1		1,6%	465	8	
x	100%	5	6	Operación nº6	TAPA	1000			90,00	1	0,09	68,8		2,2%	628	10	
x	100%	5	7	Operación nº7	BOT	44			12,00	1	0,27	3,0		6,6%	1.903	32	

Tabla 17 Distribución aprovisionamientos para quinta operaria y modificación del reparto de tareas. Fuente: Elaboración propia.

Oper	Sat	CT seg	Uds/min
1	98%	4,06	14,79
2	91%	3,78	15,89
3	90%	3,71	16,16
4	100%	4,13	14,54
5	97%	4,00	14,99
	0%	0,00	

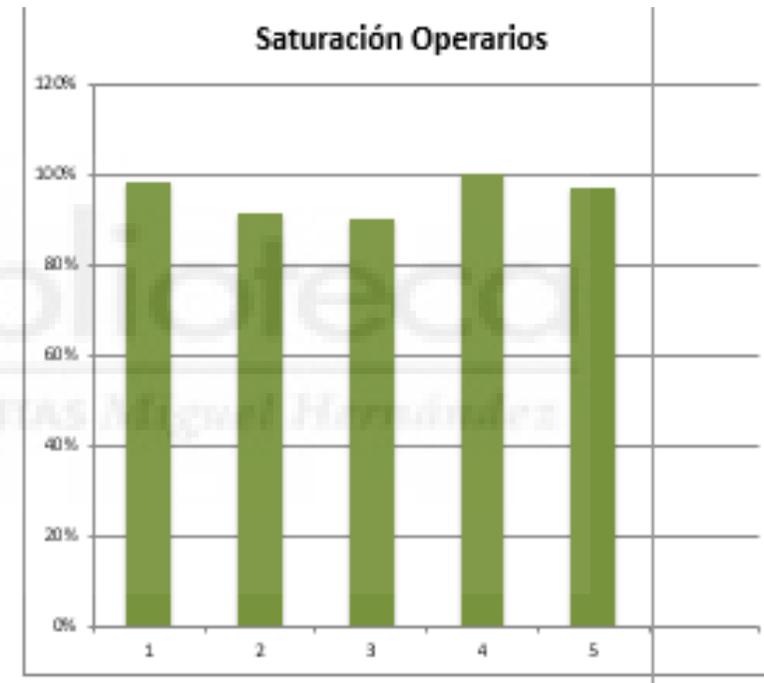


Ilustración 46 Porcentaje de saturación y capacidad productiva para quinta operaria y modificación del reparto de tareas. Fuente: Elaboración propia.

• **Opción 3: Convergencia del final de línea de dos líneas y modificación del reparto de tareas:**

TAREAS EN LÍNEA				Listado de operaciones:	TIPOLOGÍA	MEDICIÓN (Uds y Tiempos)				MÉTODO DE TRABAJO			M.O.D	349,3%	CT turno (seg)	CT turno (min)
Activa	% Dedicación	Operario	Nº Operación			Uds Gestionadas	Uds Observadas/Tarea	Tiempo Operación Observado (seg)	Desplazamiento	Tiempo por Ud Observ	Uds por PT	Tiempo por unidad P.T.	Uds PT/min	Saturación		
x	100%	1	1	Operación nº1	Colocar tapa en botella	1			1,7	1	1,72	34,92		30,5%	8.786	146
x	100%	2	2	Operación nº2	Montar tetina en la rosca	1			2,6	1	2,61	22,98		46,3%	13.348	222
x	100%	1	3	Operación nº3	Enroscar	1			2,1	1	2,06	29,17		36,5%	10.517	175
x	100%	1	4	Operación nº4	Colocar Vaso	1			1,4	1	1,45	41,51		25,7%	7.390	123
x	100%	2	5	Operación nº5	Montar caja PET	1			1,8	1	1,85	32,49		32,8%	9.441	157
x	100%	3	6	Operación nº6	Introducir Folleto	1			1,5	1	1,51	39,86		26,7%	7.696	128
x	100%	3	7	Operación nº7	Introducir Biberón	1			1,2	1	1,15	52,09		20,5%	5.890	98
x	100%	3	8	Operación nº8	Cerrar caja PET	1			2,5	1	2,54	23,63		45,1%	12.985	216
x	100%	3	9	Operación nº9	Colocar en cinta	1			0,4	1	0,44	137,64		7,7%	2.229	37
x	100%	4	10	Operación nº10	Montar caja inner	3			1,7	1	0,57	105,88		10,1%	2.897	48
x	100%	4	11	Operación nº11	Meter 3 biberones	3			2,2	1	0,73	81,82		13,0%	3.750	62
x	100%	4	12	Operación nº12	Cerrar caja	3			1,3	1	0,43	138,46		7,7%	2.216	37
x	100%	4	13	Operación nº13	Etiquetar	3			2,3	1	0,77	78,26		13,6%	3.920	65
x	100%	4	14	Operación nº14	Paletizar	3			2,2	1	0,73	81,82		13,0%	3.750	62

Tabla 18 Distribución tareas con convergencia del final de línea y modificación en el reparto. Fuente: Elaboración propia.

FRECUENCIALES - APROVISIONAMIENTOS				CAJA PET	FOLLETO	ROSCA	VASO	TETINA	TAPA	BOT	Frec. Minutos		Saturación	CT turno (seg)	CT turno (min)	
x	%	Operario	Nº Operación								Uds	Tiempo				Uds
x	100%	2	1	Operación nº1	475				133,00	1	0,28	44,6		5,0%	1.432	24
x	100%	2	2	Operación nº2	3150				252,00	1	0,08	295,7		1,4%	409	7
x	100%	2	3	Operación nº3	600				60,00	1	0,10	56,3		1,8%	511	9
x	100%	1	4	Operación nº4	400				96,00	1	0,24	37,6		4,3%	1.227	20
x	100%	2	5	Operación nº5	540				36,00	1	0,07	50,7		1,2%	341	6
x	100%	1	6	Operación nº6	1000				90,00	1	0,09	93,9		1,6%	460	8
x	100%	2	7	Operación nº7	44				12,00	1	0,27	4,1		4,8%	1.394	23

Tabla 19 Distribución aprovisionamientos para convergencia final de línea y modificación del reparto de tareas. Fuente: Elaboración propia.

Oper	Sat	CT seg	Uds/min
1	99%	5,55	10,81
2	93%	5,26	11,41
3	100%	5,63	10,65
4	57%	3,23	18,56
	0%	0,00	
	0%	0,00	

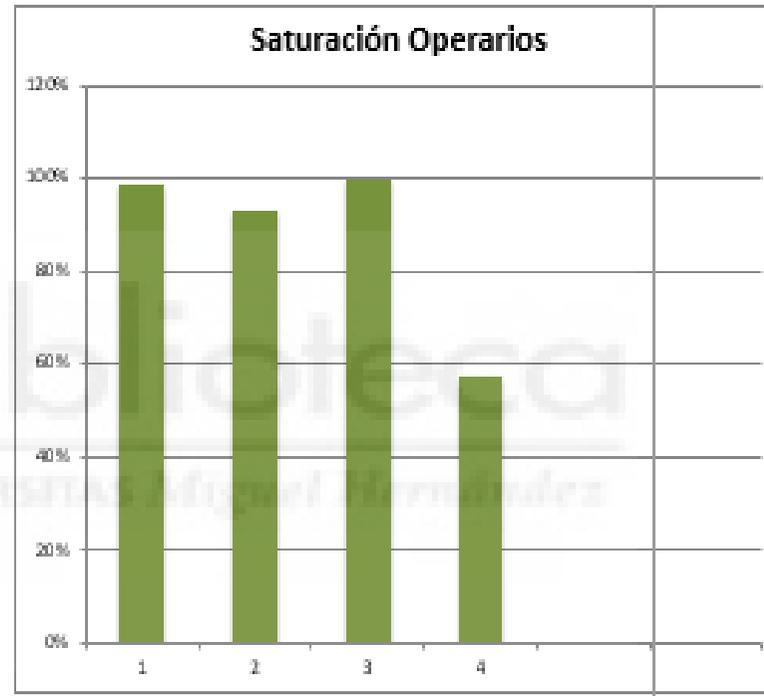


Ilustración 47 Porcentaje de saturación y capacidad productiva para convergencia final de línea y modificación del reparto de tareas. Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO	SISTEMA	FLUJO (UDS/H)	OPERARIAS MONTAJE	% OCUPACIÓN MONTAJE OP	OPERARIAS FINAL LINEA	% OCUPACIÓN FINAL LINEA OP	OPERARIAS APROV	% OCUPACIÓN APROV OP	OPERARIAS TOTALES	COSTE INVERSIÓN
RIMAR ACTUAL	Montaje Manual	600	3	100	1	80	1	20	4	0 €
4 OPERARIAS	Montaje Manual	640	3	100	1	80	1	20	4,00	0 €
7 OP FINAL L COMP	Montaje Manual	1280	6	100	1	114	1	0	7,14	0 €
5 OPERARIAS	Montaje Manual	870	4	100	1	80	1	20	5,00	0 €

Tabla 20 Capacidades operativas asociadas a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.

- COSTES FUNCIONAMIENTO:

VOLUMEN ANUAL (UDS)	1.200.000	1.500.000	2.000.000	2.500.000	3.000.000
RIMAR ACTUAL	151.440 €	189.300 €	252.400 €	315.500 €	378.600 €
4 OPERARIAS	141.975 €	177.469 €	236.625 €	295.781 €	354.938 €
7 OP FINAL L COMP	116.910 €	146.138 €	194.850 €	243.563 €	292.275 €
5 OPERARIAS	125.959 €	157.448 €	209.931 €	262.414 €	314.897 €

Coste €/h*operario: 15,6

Coste €/h*máquina: 13,3

Tabla 21 Costes de funcionamiento asociados a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.

- AHORRO ANUAL:

VOLUMEN ANUAL (UDS)	1.200.000	1.500.000	2.000.000	2.500.000	3.000.000
4 OPERARIAS	9.465 €	11.831 €	15.775 €	19.719 €	23.663 €
7 OP FINAL L COMP	34.530 €	43.163 €	57.550 €	71.938 €	86.325 €
5 OPERARIAS	25.481 €	31.852 €	42.469 €	53.086 €	63.703 €

Producción actual: 1.200.000 unidades/año.

Tabla 22 Ahorros anuales asociados a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.

7.2. ANEXO II: Estudio de viabilidad económica automatización línea de biberones

- **Opción 1: automatización del ensamblaje del biberón.**

ESCENARIO	SISTEMA	FLUJO (UDS/H)	OPERARIAS MONTAJE	% OCUPACIÓN MONTAJE OP	OPERARIAS FINAL LINEA	% OCUPACIÓN FINAL LINEA OP	OPERARIAS APROV	% OCUPACIÓN APROV OP	OPERARIAS TOTALES	COSTE INVERSIÓN
RIMAR ACTUAL	Montaje Manual	600	3	100	1	80	1	20	4	0 €
EMPRESA 01	Autom. Robótica	900	2	100	1	100	1	28,2	3,28	530.000 €
EMPRESA 02	Autom. Robótica	720	2	90	1	80	1	22,6	2,83	217.000 €
EMPRESA 03	Autom. tradicional	900	2	100	1	100	1	28,2	3,28	315.000 €
EMPRESA 04	Autom. Robótica	720	2	90	1	80	1	22,6	2,83	612.000 €

Tabla 23 Capacidades operativas asociadas a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.

- **COSTES DE FUNCIONAMIENTO:**

VOLUMEN ANUAL (UDS)	1.200.000	1.500.000	2.000.000	2.500.000	3.000.000
RIMAR ACTUAL	151.440 €	189.300 €	252.400 €	315.500 €	378.600 €
EMPRESA 01	86.026 €	107.532 €	143.376 €	179.220 €	215.064 €
EMPRESA 02	95.676 €	119.595 €	159.460 €	199.325 €	239.190 €
EMPRESA 03	86.026 €	107.532 €	143.376 €	179.220 €	215.064 €
EMPRESA 04	95.676 €	119.595 €	159.460 €	199.325 €	239.190 €

Coste €/h*operario: 15,6

Coste €/h*máquina: 13,3

Tabla 24 Costes de funcionamiento asociados a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.

- **RETORNO DE LA INVERSIÓN:**

ROI (años)	1.200.000	1.500.000	2.000.000	2.500.000	3.000.000
EMPRESA 01	8,10	6,48	4,86	3,89	3,24
EMPRESA 02	3,89	3,11	2,33	1,87	1,56
EMPRESA 03	4,82	3,85	2,89	2,31	1,93
EMPRESA 04	10,97	8,78	6,58	5,27	4,39

Producción actual: 1.200.000 unidades/año.

Tabla 25 Retornos de la inversión asociados a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.

- **Opción 2: Automatización del packaging del biberón.**

ESCENARIO	SISTEMA	FLUJO (UDS/H)	OPERARIAS MONTAJE	% OCUPACIÓN MONTAJE OP	OPERARIAS FINAL LINEA	% OCUPACIÓN FINAL LINEA OP	OPERARIAS APROV	% OCUPACIÓN APROV OP	OPERARIAS TOTALES	COSTE INVERSIÓN
RIMAR ACTUAL	Montaje Manual	600	3	100	1	80	1	20	4	0 €
EMPRESA 02	Autom. Robótica	900	2	100	1	100	1	28,2	3,282	113.800 €
EMPRESA 02	Autom. Robótica	1080	3	83	1	120	1	33,9	4,029	113.800 €
EMPRESA 03	Autom. tradicional	900	2	100	1	100	1	28,2	3,282	175.000 €

Tabla 26 Capacidades operativas asociadas a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.

- **COSTES DE FUNCIONAMIENTO:**

VOLUMEN ANUAL (UDS)	1.200.000	1.500.000	2.000.000	2.500.000	3.000.000
RIMAR ACTUAL	151.440 €	189.300 €	252.400 €	315.500 €	378.600 €
EMPRESA 02	86.026 €	107.532 €	143.376 €	179.220 €	215.064 €
EMPRESA 02	84.636 €	105.795 €	141.060 €	176.325 €	211.590 €
EMPRESA 03	86.026 €	107.532 €	143.376 €	179.220 €	215.064 €

Coste €/h*operario: 15,6

Coste €/h*máquina: 13,3

Tabla 27 Costes de funcionamiento asociados a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.

- **RETORNO DE LA INVERSIÓN:**

ROI	1.200.000	1.500.000	2.000.000	2.500.000	3.000.000
EMPRESA 02	1,74	1,39	1,04	0,84	0,70
EMPRESA 02	1,70	1,36	1,02	0,82	0,68
EMPRESA 03	2,68	2,14	1,61	1,28	1,07

Producción actual: 1.200.000 unidades/año.

Tabla 28 Retornos de la inversión asociados a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.

- **Opción 3: Automatización del final de línea (paletizado).**

ESCENARIO	SISTEMA	FLUJO	FLUJO MAX	OPERARIAS MONTAJE	% OCUPACIÓN MONTAJE OP	OPERARIAS FINAL LINEA	% OCUPACIÓN FINAL LINEA OP	% OCUPACIÓN FINAL LINEA MAQ	OPERARIAS APROV	% OCUPACIÓN APROV OP	OPERARIAS TOTALES	COSTE INVERSIÓN
ACTUAL	Manual	600	600	3	100	1	80	100	1	20	4	0 €
EMPRESA 02	Autom. Rob.	600	1080	3	100	1	15	56	1	20	3,35	160.500 €
EMPRESA 03	Autom. Trad.	600	900	3	100	1	18	67	1	20	3,38	95.000 €
EMPRESA 08	Autom. Rob.	600	1440	3	100	1	55	42	1	20	3,75	68.900 €

Tabla 29 Capacidades operativas asociadas a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.

- **COSTES DE FUNCIONAMIENTO:**

VOLUMEN ANUAL (UDS)	1.200.000	1.500.000	2.000.000	2.500.000	3.000.000
RIMAR ACTUAL	151.440 €	189.300 €	252.400 €	315.500 €	378.600 €
EMPRESA 02	131.160 €	163.950 €	218.600 €	273.250 €	327.900 €
EMPRESA 03	132.096€	165.120 €	220.160 €	275.200 €	330.240 €
EMPRESA 08	143.640 €	179.550 €	239.400 €	299.250 €	359.100 €

Coste €/h*operario: 15,6

Coste €/h*máquina: 13,3

Tabla 30 Costes de funcionamiento asociados a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.

- **RETORNO DE LA INVERSIÓN:**

ROI	1.200.000	1.500.000	2.000.000	2.500.000	3.000.000
EMPRESA 02	7,91	6,33	4,75	3,80	3,17
EMPRESA 03	4,91	3,93	2,95	2,36	1,96
EMPRESA 08	8,83	7,07	5,30	4,24	3,53

Producción actual: 1.200.000 unidades/año.

Tabla 31 Retornos de la inversión asociados a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.

- **Opción 4: Combinación de varias de las anteriores.**

ESCENARIO	SISTEMA	FLUJO (UDS/H)	OPERARIAS MONTAJE	% OCUPACIÓN MONTAJE OP	OPERARIAS FINAL LINEA	% OCUPACIÓN FINAL LINEA OP	OPERARIAS APROV	% OCUPACIÓN APROV OP	OPERARIAS TOTALES	COSTE INVERSIÓN
RIMAR ACTUAL	Montaje Manual	600	3	100	1	80	1	20	4,00	0 €
COMBINACION 1 (900):	Autom. Robótica	900	0	100	1	18	1	28,2	0,46	523.800 €
COMBINACION 2 (900):	Autom. Robótica	900	2	100	1	18	1	28,2	2,46	208.800 €
COMBINACIÓN 3 (720):	Autom. Robótica	720	0	100	1	18	1	22,6	0,41	425.800 €

Tabla 32 Capacidades operativas asociadas a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.

- **COSTES DE FUNCIONAMIENTO:**

VOLUMEN ANUAL (UDS)	1.200.000	1.500.000	2.000.000	2.500.000	3.000.000
RIMAR ACTUAL	151.440 €	189.300 €	252.400 €	315.500 €	378.600 €
COMBINACION 1 (900):	27.370 €	34.212 €	45.616 €	57.020 €	68.424 €
COMBINACION 2 (900):	68.970 €	86.212 €	114.949 €	143.687 €	172.424 €
COMBINACIÓN 3 (720):	32.756 €	40.945 €	54.593 €	68.242 €	81.890 €

Coste €/h*operario: 15,6

Coste €/h*máquina: 13,3

Tabla 33 Costes de funcionamiento asociados a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.

- **RETORNO DE LA INVERSIÓN:**

ROI	1.200.000	1.500.000	2.000.000	2.500.000	3.000.000
COMBINACION 1 (900):	4,22	3,38	2,53	2,03	1,69
COMBINACION 2 (900):	6,35	5,08	3,81	3,05	2,54
COMBINACIÓN 3 (720):	4,41	3,53	2,65	2,12	1,77

Producción actual: 1.200.000 unidades/año.

Tabla 34 Retornos de la inversión asociados a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.

- COMBINACIÓN 1: Montaje Biberón 03, packaging 02 y final de línea 03.
- COMBINACIÓN 2: Montaje Biberón actual, packaging 02 y final de línea 03.
- COMBINACIÓN 3: Montaje Biberón 02, packaging 02 y final de línea 03.

7.3. ANEXO III: Distribución de cargas de trabajo con procesos automatizados.

- Opción 1: automatización del ensamblaje del biberón.

TAREAS EN LÍNEA				Listado de operaciones:	TIPOLOGÍA	MEDICIÓN (Uds y Tiempos)				MÉTODO DE TRABAJO		M.O.D 374,3%			
Activa	% Dedicación	Operario	Nº Operación			Uds Gestionadas	Uds Observadas	Tiempo Operación Observado	Desplazamiento	Tiempo por Ud Observ	Uds por PT	Tiempo por unidad P.T.	Uds PT/min	Saturacion	CT turno (seg)
x	100%	maq	1	Operación nº1	ensamblado biberon	1			5,00	1	5,00	12,00	98,8%	28.445	474
x	50%	1	2	Operación nº2	Montar caja PET	1			2,23	1	1,11	53,92	22,0%	6.331	106
x	50%	2	2	Operación nº2	Montar caja PET	1			2,23	1	1,11	53,92	22,0%	6.331	106
x	50%	1	3	Operación nº3	Introducir Folleto	1			1,73	1	0,87	69,35	17,1%	4.922	82
x	50%	2	3	Operación nº3	Introducir Folleto	1			1,73	1	0,87	69,35	17,1%	4.922	82
x	50%	1	4	Operación nº4	Introducir Biberón	1			1,40	1	0,70	86,01	13,8%	3.968	66
x	50%	2	4	Operación nº4	Introducir Biberón	1			1,40	1	0,70	86,01	13,8%	3.968	66
x	50%	1	5	Operación nº5	Cerrar caja PET	1			2,79	1	1,39	43,02	27,6%	7.935	132
x	50%	2	5	Operación nº5	Cerrar caja PET	1			2,79	1	1,39	43,02	27,6%	7.935	132
x	100%	1	6	Operación nº6	Colocar en cinta	1			0,39	1	0,39	154,12	7,7%	2.215	37
x	100%	2	6	Operación nº6	Colocar en cinta	1			0,39	1	0,39	154,12	7,7%	2.215	37
x	100%	3	7	Operación nº7	Montar caja	3			1,70	1	0,57	105,88	11,2%	3.224	54
x	100%	3	8	Operación nº8	Etiquetar	3			2,30	1	0,77	78,26	15,1%	4.362	73
x	100%	3	9	Operación nº9	Meter 3 biberones	3			2,20	1	0,73	81,82	14,5%	4.172	70
x	100%	3	10	Operación nº10	Cerrar caja	3			1,30	1	0,43	138,46	8,6%	2.465	41
x	100%	3	11	Operación nº11	precintar	3			2,00	1	0,67	90,00	13,2%	3.793	63
x	100%	3	12	Operación nº12	Paletizar	3			2,20	1	0,73	81,82	14,5%	4.172	70

Tabla 35 Distribución tareas en línea 1. Fuente: Elaboración propia.

FRECUENCIALES - APROVISIONAMIENTOS				Operación nº	CAJA PET	FOLLETO	ROSCA	VASO	TETINA	TAPA	BOT	Frec. Minutos																										
x	%	Operario	Nº Operación									475	3150	600	400	540	1000	44	133,00	252,00	60,00	96,00	36,00	90,00	12,00	40,1	265,8	50,6	33,7	45,6	84,4	3,7	5,5%	1,6%	2,0%	4,7%	1,3%	1,8%
x	100%	1	1	Operación nº1	CAJA PET	475						133,00	1	0,28	40,1												5,5%	1.593	27									
x	100%	1	2	Operación nº2	FOLLETO	3150						252,00	1	0,08	265,8												1,6%	455	8									
x	100%	1	3	Operación nº3	ROSCA	600						60,00	1	0,10	50,6												2,0%	569	9									
x	100%	2	4	Operación nº4	VASO	400						96,00	1	0,24	33,7												4,7%	1.365	23									
x	100%	1	5	Operación nº5	TETINA	540						36,00	1	0,07	45,6												1,3%	379	6									
x	100%	2	6	Operación nº6	TAPA	1000						90,00	1	0,09	84,4												1,8%	512	9									
x	100%	2	7	Operación nº7	BOT	44						12,00	1	0,27	3,7												5,4%	1.552	26									

Tabla 36 Distribución aprovisionamientos 1. Fuente: Elaboración propia.

Oper	Sat	CT seg	Uds/min
maq	99%	5,00	12,00
1	98%	4,99	12,03
2	100%	5,06	11,85
3	77%	3,90	15,38
4	0%	0,00	
	0%	0,00	

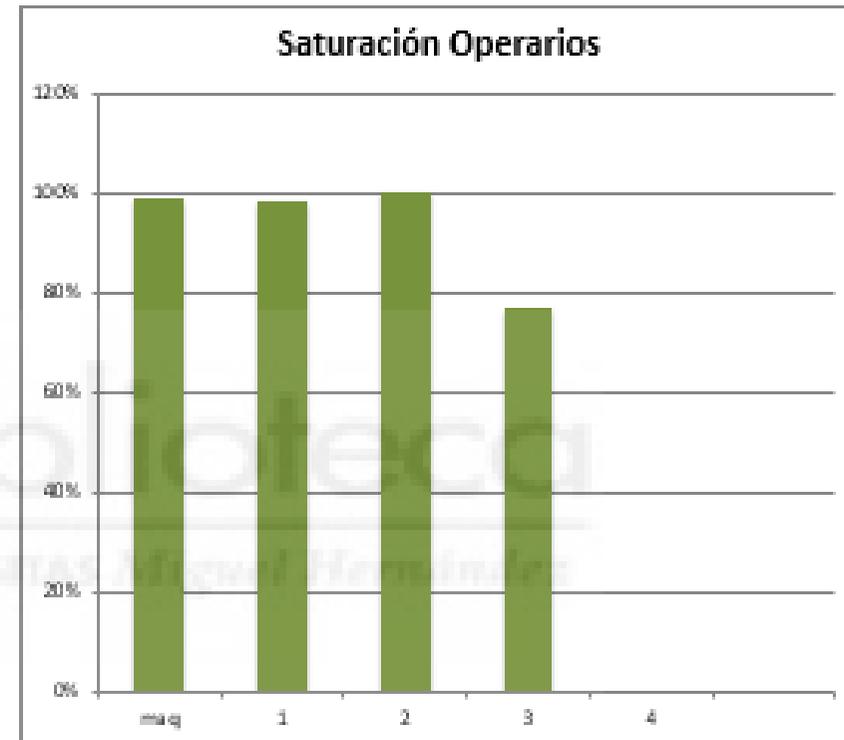


Ilustración 48 Porcentaje de saturación y capacidad productiva 1. Fuente: Elaboración propia.

• Opción 2: Automatización del packaging del biberón.

TAREAS EN LÍNEA					MEDICIÓN (Uds y Tiempos)				MÉTODO DE TRABAJO			M.O.D		417,9%		
Activa	% Dedicación	Operario	Nº Operación	Listado de operaciones:	TIPOLOGÍA	Uds Gestionadas	Uds Observadas/	Tiempo Operación Observado	Desplazamiento	Tiempo por Ud Observ	Uds por PT	Tiempo por unidad P.T.	Uds PT/min	Saturación	CT turno (seg)	CT turno (min)
x	50%	1	1	Operación nº1	Colocar tapa en botella	1				1,70	1	0,85	70,59	20,5%	5.906	98
x	50%	2	1	Operación nº1	Colocar tapa en botella	1				1,70	1	0,85	70,59	20,5%	5.906	98
x	50%	1	2	Operación nº2	Montar tetina en la rosca	1				2,70	1	1,35	44,44	32,6%	9.381	156
x	50%	2	2	Operación nº2	Montar tetina en la rosca	1				2,70	1	1,35	44,44	32,6%	9.381	156
x	50%	1	3	Operación nº3	Enroscar	1				2,10	1	1,05	57,14	25,3%	7.296	122
x	50%	2	3	Operación nº3	Enroscar	1				2,10	1	1,05	57,14	25,3%	7.296	122
x	50%	1	4	Operación nº4	Colocar Vaso	1				1,40	1	0,70	85,71	16,9%	4.864	81
x	50%	2	4	Operación nº4	Colocar Vaso	1				1,40	1	0,70	85,71	16,9%	4.864	81
x	100%	maq	5	Operación nº5	packaging	1				4,00	1	4,00	15,00	96,5%	27.795	463
x	50%	1	6	Operación nº6	Colocar en cinta	1				0,39	1	0,19	308,23	4,7%	1.353	23
x	50%	2	6	Operación nº6	Colocar en cinta	1				0,39	1	0,19	308,23	4,7%	1.353	23
x	100%	3	7	Operación nº7	Montar caja	3				1,70	1	0,57	105,88	13,7%	3.938	66
x	100%	3	8	Operación nº8	Etiquetar	3				2,30	1	0,77	78,26	18,5%	5.327	89
x	100%	3	9	Operación nº9	Meter 3 biberones	3				2,20	1	0,73	81,82	17,7%	5.096	85
x	100%	3	10	Operación nº10	Cerrar caja	3				1,30	1	0,43	138,46	10,5%	3.011	50
x	100%	3	11	Operación nº11	precintar	3				2,00	1	0,67	90,00	16,1%	4.632	77
x	100%	3	12	Operación nº12	Paletizar	3				2,20	1	0,73	81,82	17,7%	5.096	85

Tabla 37 Distribución tareas en línea 2. Fuente: Elaboración propia.

FRECUENCIALES - APROVISIONAMIENTOS										Frec. Minutos						
x	%	Operario	Nº Operación	Listado de operaciones:	TIPOLOGÍA	Uds Gestionadas	Uds Observadas/	Tiempo Operación Observado	Desplazamiento	Tiempo por Ud Observ	Uds por PT	Tiempo por unidad P.T.	Frec. Minutos	Saturación	CT turno (seg)	CT turno (min)
x	100%	5	1	Operación nº1	CAJA PET	475				133,00	1	0,28	32,8	6,8%	1.946	32
x	100%	5	2	Operación nº2	FOLLETO	3150				252,00	1	0,08	217,6	1,9%	556	9
x	100%	5	3	Operación nº3	ROSCA	600				60,00	1	0,10	41,4	2,4%	695	12
x	100%	5	4	Operación nº4	VASO	400				96,00	1	0,24	27,6	5,8%	1.668	28
x	100%	5	5	Operación nº5	TETINA	540				36,00	1	0,07	37,3	1,6%	463	8
x	100%	5	6	Operación nº6	TAPA	1000				90,00	1	0,09	69,1	2,2%	625	10
x	100%	5	7	Operación nº7	BOT	44				12,00	1	0,27	3,0	6,6%	1.895	32

Tabla 38 Distribución aprovisionamientos 2. Fuente: Elaboración propia.

Oper	Sat	CT seg	Uds/min
maq	97%	4,00	15,00
1	100%	4,14	14,48
2	100%	4,14	14,48
3	94%	3,90	15,38
5	27%	1,13	53,13
	0%	0,00	

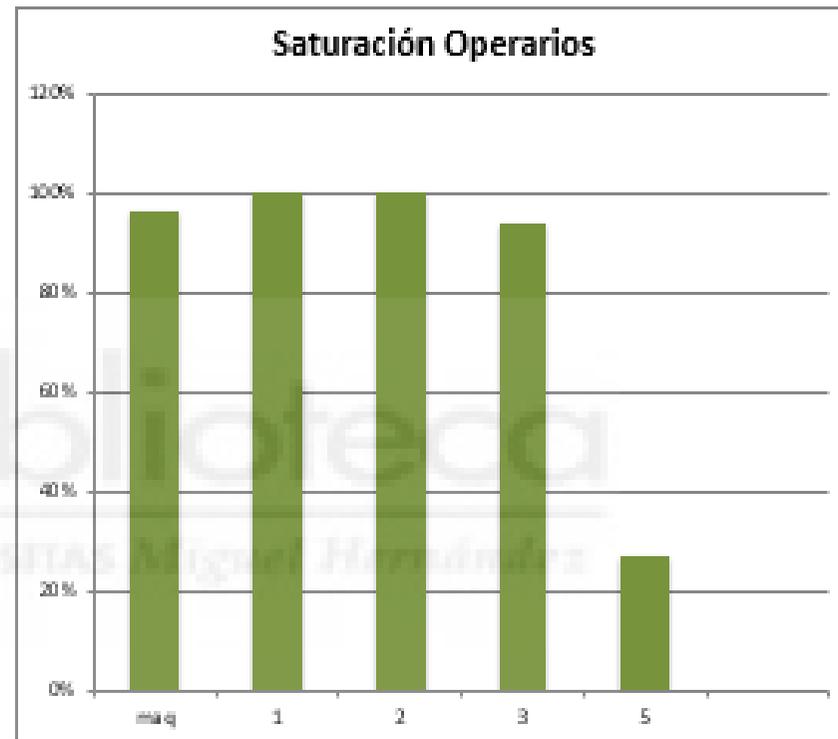


Ilustración 49 Porcentaje de saturación y capacidad productiva 2. Fuente: Elaboración propia.

• Opción 3: Automatización del final de línea (paletizado).

TAREAS EN LÍNEA				MEDICIÓN (Uds y Tiempos)					Método de Trabajo			M.O.D	#####	CT turno (seg)	CT turno (min)	
Activa	% Dedicación	Operario	Nº Operación	Listado de operaciones:	TIPOLOGÍA	Uds Gestionadas	Uds Observadas/Tareas	Tiempo Operación Observ	Desplazamiento	Tiempo por Ud Observ	Uds por PT	Tiempo por unidad p.T	Uds PT/min	Saturación		
x	34%	1	1	Operación nº1	Colocar tapa en botella	1				1,70	1	0,58	103,81	10,2%	2.938	49
x	34%	2	1	Operación nº1	Colocar tapa en botella	1				1,70	1	0,58	103,81	10,2%	2.938	49
x	34%	3	1	Operación nº1	Colocar tapa en botella	1				1,70	1	0,58	103,81	10,2%	2.938	49
x	34%	1	1	Operación nº1	Montar tetina en la rosca	1				2,70	1	0,92	65,36	16,2%	4.666	78
x	34%	2	1	Operación nº1	Montar tetina en la rosca	1				2,70	1	0,92	65,36	16,2%	4.666	78
x	34%	3	1	Operación nº1	Montar tetina en la rosca	1				2,70	1	0,92	65,36	16,2%	4.666	78
x	34%	1	1	Operación nº1	Enrosacar	1				2,10	1	0,71	84,03	12,6%	3.629	60
x	34%	2	1	Operación nº1	Enrosacar	1				2,10	1	0,71	84,03	12,6%	3.629	60
x	34%	3	1	Operación nº1	Enrosacar	1				2,10	1	0,71	84,03	12,6%	3.629	60
x	34%	1	1	Operación nº1	Colocar Vaso	1				1,40	1	0,48	126,05	8,4%	2.419	40
x	34%	2	1	Operación nº1	Colocar Vaso	1				1,40	1	0,48	126,05	8,4%	2.419	40
x	34%	3	1	Operación nº1	Colocar Vaso	1				1,40	1	0,48	126,05	8,4%	2.419	40
x	34%	1	2	Operación nº2	Montar caja PET	1				2,23	1	0,76	79,13	13,4%	3.853	64
x	34%	2	2	Operación nº2	Montar caja PET	1				2,23	1	0,76	79,13	13,4%	3.853	64
x	34%	3	2	Operación nº2	Montar caja PET	1				2,23	1	0,76	79,13	13,4%	3.853	64
x	34%	1	3	Operación nº3	Introducir Folleto	1				1,73	1	0,59	102,01	10,4%	2.989	50
x	34%	2	3	Operación nº3	Introducir Folleto	1				1,73	1	0,59	102,01	10,4%	2.989	50
x	34%	3	3	Operación nº3	Introducir Folleto	1				1,73	1	0,59	102,01	10,4%	2.989	50
x	34%	1	4	Operación nº4	Introducir Biberón	1				1,40	1	0,48	126,05	8,4%	2.419	40
x	34%	2	4	Operación nº4	Introducir Biberón	1				1,40	1	0,48	126,05	8,4%	2.419	40
x	34%	3	4	Operación nº4	Introducir Biberón	1				1,40	1	0,48	126,05	8,4%	2.419	40
x	34%	1	5	Operación nº5	Cerrar caja PET	1				2,79	1	0,95	63,25	16,7%	4.821	80
x	34%	2	5	Operación nº5	Cerrar caja PET	1				2,79	1	0,95	63,25	16,7%	4.821	80
x	34%	3	5	Operación nº5	Cerrar caja PET	1				2,79	1	0,95	63,25	16,7%	4.821	80
x	34%	1	6	Operación nº6	Colocar en cinta	1				0,39	1	0,13	453,29	2,3%	673	11
x	34%	2	6	Operación nº6	Colocar en cinta	1				0,39	1	0,13	453,29	2,3%	673	11
x	34%	3	6	Operación nº6	Colocar en cinta	1				0,39	1	0,13	453,29	2,3%	673	11
x	100%	maq	7	Operación nº7	Embalaje	3				17,00	1	5,67	10,59	100,0%	28.800	480
x	100%	4	8	Operación nº8	Paletizar	3				2,20	1	0,73	81,82	12,9%	3.727	62

Tabla 39 Distribución tareas en línea 3. Fuente: Elaboración propia.

FRECUENCIALES - APROVISIONAMIENTOS										Frec. Minutos							
x	100%	4	1	Operación nº1	CAJA PET	475				133,00	1	0,28	44,9		4,9%	1.423	24
x	100%	4	2	Operación nº2	FOLLETO	3150				252,00	1	0,08	297,5		1,4%	407	7
x	100%	4	3	Operación nº3	ROSCA	600				60,00	1	0,10	56,7		1,8%	508	8
x	100%	4	4	Operación nº4	VASO	400				96,00	1	0,24	37,8		4,2%	1.220	20
x	100%	4	5	Operación nº5	TETINA	540				36,00	1	0,07	51,0		1,2%	339	6
x	100%	4	6	Operación nº6	TAPA	1000				90,00	1	0,09	94,4		1,6%	457	8
x	100%	4	7	Operación nº7	BOT	44				12,00	1	0,27	4,2		4,8%	1.386	23

Tabla 40 Distribución aprovisionamientos 3. Fuente: Elaboración propia.

Oper	Sat	CT seg	Uds/min
maq	100%	5,67	10,59
1	99%	5,59	10,73
2	99%	5,59	10,73
3	99%	5,59	10,73
4	33%	1,86	32,21
	0%	0,00	

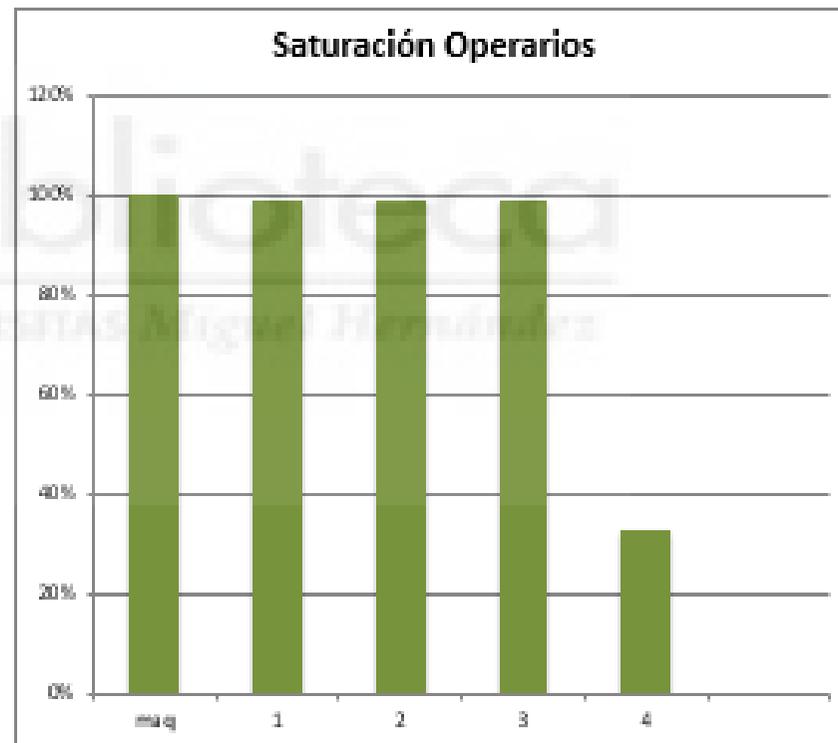


Ilustración 50 Porcentaje de saturación y capacidad productiva 3. Fuente: Elaboración propia.

- Opción 4: Combinación de varias de las anteriores.

TAREAS EN LÍNEA				MEDICIÓN (Uds y Tiempos)					MÉTODO DE TRABAJO		M.O.D. 346,6%					
Activa	% Dedicación	Operario	Nº Operación	Listado de operaciones:	TIPOLOGÍA	Uds Gestionadas	Uds Observadas/Tarea	Tiempo Operación Observado (seg)	Desplazamiento	Tiempo por Ud Observ	Uds por PT	Tiempo por unidad P.T.	Uds PT/min	Saturación	CT turno (seg)	CT turno (min)
x	100%	bib	1	Operación nº1	ensamblado biberon	1				4,00	1	4,00	15,00	100,0%	28.800	480
x	100%	pac	2	Operación nº2	packaging	1				4,00	1	4,00	15,00	100,0%	28.800	480
x	100%	emb	3	Operación nº3	embalaje	3				12,00	1	4,00	15,00	100,0%	28.800	480
x	100%	1	4	Operación nº4	paletizar	3				2,20	1	0,73	81,82	18,3%	5.280	88

Tabla 41 Distribución tareas en línea 4. Fuente: Elaboración propia.

FRECUENCIALES - APROVISIONAMIENTOS									Frec. Minutos							
x	%	Operario	Nº Operación													
x	100%	1	1	Operación nº1	CAJA PET	475				133,00	1	0,28	31,7	7,0%	2.016	34
x	100%	1	2	Operación nº2	FOLLETO	3150				252,00	1	0,08	210,0	2,0%	576	10
x	100%	1	3	Operación nº3	ROSCA	600				60,00	1	0,10	40,0	2,5%	720	12
x	100%	1	4	Operación nº4	VASO	400				96,00	1	0,24	26,7	6,0%	1.728	29
x	100%	1	5	Operación nº5	TETINA	540				36,00	1	0,07	36,0	1,7%	480	8
x	100%	1	6	Operación nº6	TAPA	1000				90,00	1	0,09	66,7	2,3%	648	11
x	100%	1	7	Operación nº7	BOT	44				12,00	1	0,27	2,9	6,8%	1.964	33

Tabla 42 Distribución aprovisionamientos 4. Fuente: Elaboración propia.

Oper	Sat	CT seg	Uds/min
bib	100%	4,00	15,00
pac	100%	4,00	15,00
emb	100%	4,00	15,00
1	47%	1,86	32,21
	0%	0,00	
	0%	0,00	

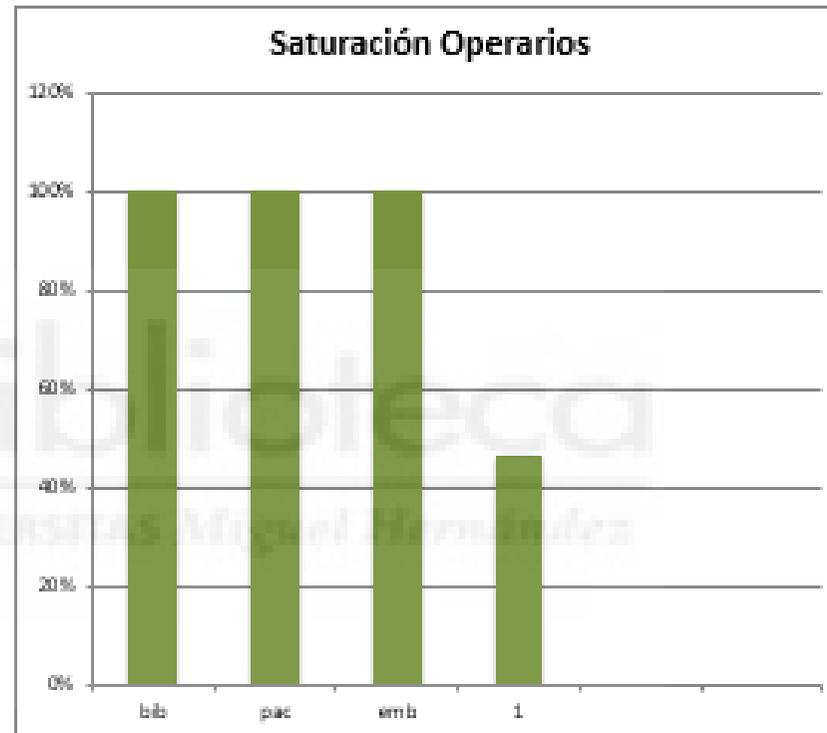


Ilustración 51 Porcentaje de saturación y capacidad productiva 4. Fuente: Elaboración propia.

7.4. ANEXO IV: Distribución de cargas de trabajo en la línea de enfajado.

- **Opción 1: automatización de la revisión del etiquetado inferior.**

TAREAS EN LÍNEA				MEDICIÓN (Uds y Tiempos)					MÉTODO DE TRABAJO			M.O.D 490,5%				
Activa	% Dedicación	Operario	Nº Operación	Listado de operaciones:		Uds Gestionadas	Uds Observadas/Tarea	Tiempo Operación Observado (seg)	Desplazamiento	Tiempo por Ud Observ	Uds por PT	Tiempo por unidad P.T.	Uds PT/min	Saturación	CT turno (seg)	CT turno (min)
x	100%	1	1	Montar biberon tipo 1 (3 uds)	Biberon	1	1	11,5		11,50	3	31,05	1,93	95,9%	27.614	460
x	100%	2	2	Montar biberon tipo 2 (3 uds)	Biberon	1	1	11,5		11,50	3	31,05	1,93	95,9%	27.614	460
x	100%	3	3	Montar biberon tipo 3 (2 uds)	Biberon	1	1	11,5		11,50	3	31,05	1,93	95,9%	27.614	460
x	100%	4	4	Revisión tetina	Encajado	1	1	1,6		1,58	8	12,64	4,75	39,0%	11.241	187
x	100%	4	5	Coger y encajar biberon en bandeja	Encajado	1	1	2,1		2,11	8	16,88	3,55	52,1%	15.012	250
x	100%	5	6	Segunda revisión tetinas	Encajado	8	1	7,1		7,10	8	7,10	8,45	21,9%	6.314	105
x	100%	5	7	Montar caja	Encajado	8	1	3,5		3,50	8	3,50	17,14	10,8%	3.113	52
x	100%	5	8	Encajar bandeja en caja	Encajado	8	1	1,9		1,93	8	1,93	31,17	5,9%	1.712	29
x	100%	5	9	Cerrar caja	Encajado	8	1	3,1		3,05	8	3,05	19,67	9,4%	2.713	45
x	100%	5	10	etiquetado	Encajado	8	1	2,5		2,50	8	2,50	24,00	7,7%	2.223	37
x	100%	5	11	paletizado	Encajado	8	1	3,5		3,50	8	3,50	17,14	10,8%	3.113	52

Tabla 43 Distribución tareas línea de enfajado con automatización de la revisión del etiquetado inferior. Fuente: Elaboración propia.

FRECUENCIAS - APROVISIONAMIENTOS													Frec. Minutos			
x	%	Operario	Nº	Operación		Uds	Uds	Tiempo		Tiempo	Uds	Tiempo	Frec.	Saturación	CT	CT
x	100%	5	1	VASO		300	1	80		80,00	8	2,13	20,2	6,6%	1.897	32
x	100%	1	2	ROSCA NA		300	1	50		50,00	8	1,33	20,2	4,1%		
x	100%	2	3	ROSCA GR		300	1	50		50,00	8	1,33	20,2	4,1%		
x	100%	3	4	ROSCA VD		300	1	50		50,00	8	1,33	20,2	4,1%		
x	100%	5	5	SE DP BOT BIB 360 PP OSO NAME		42	1	10		10,00	8	1,90	2,8	5,9%		
x	100%	5	6	SE DP BOT BIB 360 PP MAPACHE NAME		42	1	10		10,00	8	1,90	2,8	5,9%		
x	100%	5	7	SE DP BOT BIB 360 PP RATON NAME		42	1	10		10,00	8	1,90	2,8	5,9%		
x	100%	5	8	tetina latex		540	1	30		30,00	8	0,44	36,4	1,4%		
x	100%	5	9	TAPA		1000	1	75		75,00	8	0,60	67,5	1,9%		
x	100%	5	10	DP ETI		10200	1	30		30,00	8	0,02	688,1	0,1%		
x	100%	4	11	BANDEJA PET		720	1	30		30,00	8	0,33	48,6	1,0%		
x	100%	5	12	CAJA		30	1	5		5,00	8	1,33	2,0	4,1%		

Tabla 44 Distribución tareas aprovisionamiento línea de enfajado con automatización de la revisión del etiquetado inferior. Fuente: Elaboración propia.

Oper	Sat	CT seg	Uds de PT/min
1	100%	32,38	1,85
2	100%	32,38	1,85
3	100%	32,38	1,85
4	92%	29,85	2,01
5	98%	31,82	1,89
6	0%	0,00	

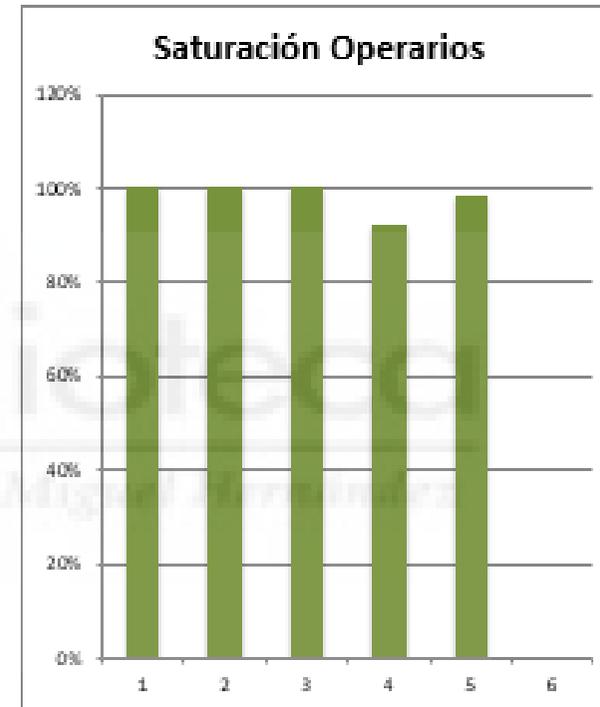


Ilustración 52 Porcentaje de saturación y capacidad productiva línea de enfajado con automatización de la revisión del etiquetado inferior. Fuente: Elaboración propia.

- **Opción 2: Revisión automática del etiquetado inferior y omisión de una de las revisiones de final de línea de tetinas.**

TAREAS EN LÍNEA				MEDICIÓN (Uds y Tiempos)						MÉTODO DE TRABAJO			M.O.D	488.7%		
Activa	% Dedicación	Operario	Nº Operación	Listado de operaciones:		Uds Gestionadas	Uds Observadas/Tarea	Tiempo Operación Observado (seg)	Desplazamiento	Tiempo por Ud Observ	Uds por PT	Tiempo por unidad P.T.	Uds PT/min	Saturación	CT turno (seg)	CT turno (min)
x	100%	1	1	Montar biberon tipo 1 (3 uds)	Biberon	1	1	11,5		11,50	3	31,05	1,93	100,0%	28.800	480
x	100%	2	2	Montar biberon tipo 2 (3 uds)	Biberon	1	1	11,5		11,50	3	31,05	1,93	100,0%	28.800	480
x	100%	3	3	Montar biberon tipo 3 (2 uds)	Biberon	1	1	11,5		11,50	3	31,05	1,93	100,0%	28.800	480
x	100%	4	4	Revisión tetina	Encajado	1	1	1,6		1,58	8	12,64	4,75	40,7%	11.724	195
x	100%	4	5	Coger y encajar biberon en bandeja	Encajado	1	1	2,1		2,11	8	16,88	3,55	54,4%	15.657	261
x	100%	5	6	Montar caja	Encajado	8	1	3,5		3,50	8	3,50	17,14	11,3%	3.246	54
x	100%	5	7	Encajar bandeja en caja	Encajado	8	1	1,9		1,93	8	1,93	31,17	6,2%	1.786	30
x	100%	5	8	Cerrar caja	Encajado	8	1	3,1		3,05	8	3,05	19,67	9,8%	2.829	47
x	100%	5	9	etiquetado	Encajado	8	1	2,5		2,50	8	2,50	24,00	8,1%	2.319	39
x	100%	5	10	paletizado	Encajado	8	1	3,5		3,50	8	3,50	17,14	11,3%	3.246	54

Tabla 45 Distribución tareas línea de enfajado con automatización de la revisión del etiquetado inferior y omisión de una de las revisiones de final de línea de tetinas. Fuente: Elaboración propia.

FRECUENCIALES - APROVISIONAMIENTOS													Frec. Minutos			
x	100%	5	1	VASO		300	1	80		80,00	8	2,13	19,4	6,9%	1.979	33
x	100%	5	2	ROSCA NA		300	1	50		50,00	8	1,33	19,4	4,3%		
x	100%	5	3	ROSCA GR		300	1	50		50,00	8	1,33	19,4	4,3%		
x	100%	5	4	ROSCA VD		300	1	50		50,00	8	1,33	19,4	4,3%		
x	100%	5	5	SE DP BOT BIB 360 PP OSO NAME		42	1	10		10,00	8	1,90	2,7	6,1%		
x	100%	5	6	SE DP BOT BIB 360 PP MAPACHE NAME		42	1	10		10,00	8	1,90	2,7	6,1%		
x	100%	5	7	SE DP BOT BIB 360 PP RATON NAME		42	1	10		10,00	8	1,90	2,7	6,1%		
x	100%	5	8	tetina latex		540	1	30		30,00	8	0,44	34,9	1,4%		
x	100%	5	9	TAPA		1000	1	75		75,00	8	0,60	64,7	1,9%		
x	100%	5	10	DP ETI		10200	1	30		30,00	8	0,02	659,8	0,1%		
x	100%	4	11	BANDEJA PET		720	1	30		30,00	8	0,33	46,6	1,1%		
x	100%	5	12	CAJA		30	1	5		5,00	8	1,33	1,9	4,3%		

Tabla 46 Distribución aprovisionamientos línea de enfajado con automatización de la revisión del etiquetado inferior y omisión de una de las revisiones de final de línea de tetinas. Fuente: Elaboración propia.

Oper	Sat	CT seg	Uds de PT/min
1	100%	31,05	1,93
2	100%	31,05	1,93
3	100%	31,05	1,93
4	96%	29,85	2,01
5	93%	28,72	2,09
6	0%	0,00	

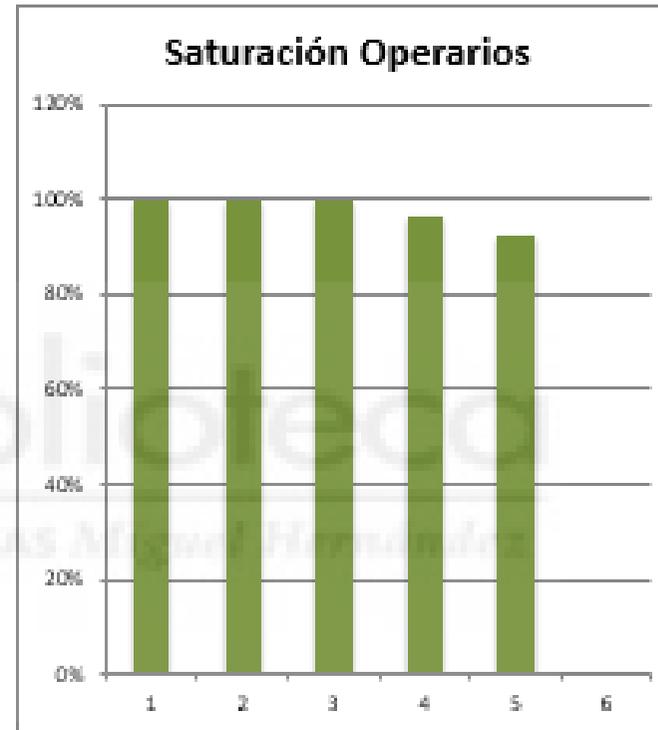


Ilustración 53 Porcentaje de saturación y capacidad productiva línea de enfajado con automatización de la revisión del etiquetado inferior y omisión de una de las revisiones de final de línea de tetinas. Fuente: Elaboración propia.

- **Opción 3: Revisión automática del etiquetado inferior y omisión de todas las revisiones de tetinas a lo largo de la línea.**

TAREAS EN LÍNEA				MEDICIÓN (Uds y Tiempos)					MÉTODO DE TRABAJO			M.O.D 482,9%				
Activa	% Dedicación	Operario	Nº Operación	Listado de operaciones:		Uds Gestionadas	Uds Observadas/Tarea	Tiempo Operación Observado (seg)	Desplazamiento	Tiempo por Ud Observ	Uds por PT	Tiempo por unidad P.T.	Uds PT/min	Saturación	CT turno (seg)	CT turno (min)
x	100%	1	1	Montar biberon tipo 1 (3 uds)	Biberon	1	1	9,3		9,30	3	25,11	2,39	100,0%	28.800	480
x	100%	2	2	Montar biberon tipo 2 (3 uds)	Biberon	1	1	9,3		9,30	3	25,11	2,39	100,0%	28.800	480
x	100%	3	3	Montar biberon tipo 3 (3 uds)	Biberon	1	1	9,3		9,30	3	25,11	2,39	100,0%	28.800	480
x	100%	4	4	Coger y encajar biberon en bandeja	Encajado	1	1	2,1		2,11	8	16,88	3,55	67,2%	19.361	323
x	100%	4	5	Montar caja	Encajado	8	1	3,5		3,50	8	3,50	17,14	13,9%	4.014	67
x	100%	4	6	Encajar bandeja en caja	Encajado	8	1	1,9		1,93	8	1,93	31,17	7,7%	2.208	37
x	100%	5	7	Cerrar caja	Encajado	8	1	3,1		3,05	8	3,05	19,67	12,1%	3.498	58
x	100%	5	8	etiquetado	Encajado	8	1	2,5		2,50	8	2,50	24,00	10,0%	2.867	48
x	100%	5	9	paletizado	Encajado	8	1	3,5		3,50	8	3,50	17,14	13,9%	4.014	67

Tabla 47 Distribución tareas línea de enfajado con automatización de la revisión del etiquetado inferior y omisión de todas las revisiones de tetinas a lo largo de la línea. Fuente: Elaboración propia.

FRECUENCIALES - APROVISIONAMIENTOS												Frec. Minutos				
x	%	Operario	Nº	Operación		Uds	Uds	Tiempo		Uds	Tiempo	Frec.	Minutos	Saturación	CT turno	CT turno
x	100%	5	1	VASO		300	1	80		80,00	8	2,13	15,7	8,5%	2.447	41
x	100%	5	2	ROSCA NA		300	1	50		50,00	8	1,33	15,7	5,3%		
x	100%	5	3	ROSCA GR		300	1	50		50,00	8	1,33	15,7	5,3%		
x	100%	5	4	ROSCA VD		300	1	50		50,00	8	1,33	15,7	5,3%		
x	100%	5	5	SE DP BOT BIB 360 PP OSO NAME		42	1	10		10,00	8	1,90	2,2	7,6%		
x	100%	5	6	SE DP BOT BIB 360 PP MAPACHE NAME		42	1	10		10,00	8	1,90	2,2	7,6%		
x	100%	5	7	SE DP BOT BIB 360 PP RATON NAME		42	1	10		10,00	8	1,90	2,2	7,6%		
x	100%	5	8	tetina latex		540	1	30		30,00	8	0,44	28,2	1,8%		
x	100%	5	9	TAPA		1000	1	75		75,00	8	0,60	52,3	2,4%		
x	100%	5	10	DP ETI		10200	1	30		30,00	8	0,02	533,6	0,1%		
x	100%	5	11	BANDEJA PET		720	1	30		30,00	8	0,33	37,7	1,3%		
x	100%	5	12	CAJA		30	1	5		5,00	8	1,33	1,6	5,3%		

Tabla 48 Distribución aprovisionamiento línea de enfajado con automatización de la revisión del etiquetado inferior y omisión de todas las revisiones de tetinas a lo largo de la línea. Fuente: Elaboración propia.

Oper	Sat	CT seg	Uds de PT/min
1	100%	25,11	2,39
2	100%	25,11	2,39
3	100%	25,11	2,39
4	89%	22,31	2,69
5	94%	23,63	2,54
6	0%	0,00	



Ilustración 54 Porcentaje de saturación y capacidad productiva línea de enfajado con automatización de la revisión del etiquetado inferior y omisión de todas las revisiones de tetinas a lo largo de la línea. Fuente: Elaboración propia.

- Ahorro de costes con las mejoras propuestas en la línea de enfajado:**

ESCENARIO	SISTEMA	FLUJO (UDS/H)	OPERARIAS MONTAJE	% OCUPACIÓN MONTAJE OP	OPERARIAS FINAL LINEA	% OCUPACIÓN FINAL LINEA OP	OPERARIAS APROV	OPERARIAS TOTALES	COSTE INVERSIÓN
RIMAR ACTUAL	Montaje Manual	550	2	100	2	100	1	4	0 €
5 OP SIN REVISAR INICIO Y FL	Montaje Manual	1150	3	100	2	100	1	5	10.000€ + costes interdepartamentales
5 OP SIN REVISAR ETIQUETA	Montaje Manual	888	3	100	2	100	5	5	10.000 €
5 OP SIN REVISAR ETI Y UNA TET	Montaje Manual	920	3	100	2	100	2	5	10.000 €

Tabla 49 Capacidades operativas asociadas a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.

- COSTE FUNCIONAMIENTO:**

VOLUMEN ANUAL (UDS)	1.000.000	1.100.000	1.500.000	2.000.000	3.000.000
RIMAR ACTUAL	137.673 €	151.440 €	206.509 €	275.345 €	413.018 €
5 OP SIN REVISAR INICIO Y FL	79.409 €	87.350 €	119.113 €	158.817 €	238.226 €
5 OP SIN REVISAR ETIQUETA	102.838 €	113.122 €	154.257 €	205.676 €	308.514 €
5 OP SIN REVISAR ETI Y UNA TET	99.261 €	109.187 €	148.891 €	198.522 €	297.783 €

Coste €/h*operario: 15,6

Coste €/h*máquina: 13,3

Tabla 50 Costes de funcionamiento asociados a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.

- AHORRO ANUAL:**

VOLUMEN ANUAL (UDS)	1.000.000	1.100.000	1.500.000	2.000.000	3.000.000
5 OP SIN REVISAR INICIO Y FL	58.264 €	64.090 €	87.396 €	116.528 €	174.792 €
5 OP SIN REVISAR ETIQUETA	34.835 €	38.318 €	52.252 €	69.670 €	104.505 €
5 OP SIN REVISAR ETI Y UNA TET	38.412 €	42.253 €	57.618 €	76.824 €	115.236 €

Producción actual: 1.000.000 unidades/año.

Tabla 51 Retornos de la inversión asociados a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.

7.5. ANEXO V: Cálculos cambio de producción del recurso mesa al recurso cinta.

7.5.1 Distribución tareas

• Extractor eléctrico:

TAREAS EN LÍNEA				Listado de operaciones:	TIPOLOGÍA	MEDICIÓN (Uds y Tiempos)			MÉTODO DE TRABAJO		Uds PT/min	M.O.D.	294,6%	CT turno (seg)	CT turno (min)	
Activa	% Dedicación	Operario	Nº Operación			Uds Gestionadas	Uds Observadas/Tarea	Tiempo Operación Observado (seg)	Desplazamiento	Tiempo por Ud Observ		Uds por PT	Tiempo por unidad P.T.			Saturacion
x	100%	1	1	Operación nº1	montar carton	1	1	70		17,7	1	17,73	3,38	56,8%	16.354	273
x	100%	1	2	Operación nº2	introducir tetina en rosca	1	1	60		2,9	1	2,93	20,45	9,4%	2.705	45
x	100%	1	3	Operación nº3	montar vaso	1	1	62		1,8	1	1,83	32,73	5,9%	1.691	28
x	100%	1	4	Operación nº4	colocar conjunto tet-ros-vas en carton	1	1	60		1,2	1	1,20	50,00	3,8%	1.107	18
x	100%	2	5	Operación nº5	colocar cargador	1	1	64		4,0	1	4,03	14,88	12,9%	3.720	62
x	100%	2	6	Operación nº6	clipar base en cuerpo	1	1	64		1,0	1	1,00	60,00	3,2%	922	15
x	100%	2	7	Operación nº7	introducir bolsa en cuerpo	1	1	64		3,0	1	3,00	20,00	9,6%	2.767	46
x	100%	2	8	Operación nº8	montar extractor leche	1	1	64		5,6	1	5,60	10,71	17,9%	5.164	86
x	100%	2	9	Operación nº9	colocar extractor leche en carton	1	1	64		1,1	1	1,13	52,94	3,6%	1.045	17
x	100%	2	10	Operación nº10	colocar bomba en el carton	1	1	64		5,9	1	5,90	10,17	18,9%	5.441	91
x	100%	1	11	Operación nº11	montar caja rosa	1	1	64		2,1	1	2,07	29,03	6,6%	1.906	32
x	100%	2	12	Operación nº12	introducir carton en caja rosa	1	1	64		1,9	1	1,93	31,03	6,2%	1.783	30
x	100%	3	13	Operación nº13	introducir folleto en bolsa	1	1	64		2,4	1	2,44	24,59	7,8%	2.250	38
x	100%	3	14	Operación nº14	introducir manual en bolsa	1	1	64		3,8	1	3,82	15,71	12,2%	3.523	59
x	100%	3	15	Operación nº15	introducir bolsa almacenamiento en bolsa	1	1	64		8,6	1	8,60	6,98	27,5%	7.931	132
x	100%	3	16	Operación nº16	colocar bolsa en caja carton rosa	1	1	64		4,7	1	4,68	12,82	15,0%	4.316	72
x	100%	3	17	Operación nº17	cerrar caja rosa	1	1	64		1,9	1	1,88	31,91	6,0%	1.734	29
x	100%	2	18	Operación nº18	colocar pegatina 1 (rosa)	1	1	64		1,9	1	1,92	31,25	6,1%	1.771	30
x	100%	1	19	Operación nº19	colocar etiqueta inferior	1	1	64		2,6	1	2,58	23,26	8,3%	2.379	40
x	100%	3	20	Operación nº20	montar caja kraft	1	1	64		1,7	1	1,73	34,62	5,6%	1.599	27
x	100%	3	21	Operación nº21	introducir caja rosa en caja kraft	1	1	64		2,6	1	2,56	23,44	8,2%	2.361	39
x	100%	3	22	Operación nº22	cerrar caja kraft	1	1	64		1,0	1	1,04	57,69	3,3%	959	16
x	100%	3	23	Operación nº23	etiquetar	1	1	64		1,6	1	1,60	37,50	5,1%	1.476	25
x	100%	3	24	Operación nº24	paletizar	1	1	64		2,2	1	2,20	27,27	7,0%	2.029	34

Tabla 52 Distribución tareas extractor eléctrico. Fuente: Elaboración propia.

FRECUENCIALES - APROVISIONAMIENTOS													Frec. Minutos			
x	100%	2	1	Operación nº1	S BOLSA ALFORJA	1500	1	60	6	50,0	1	0,03	780,7	0,1%	31	1
x	100%	2	2	Operación nº2	S FOLLETO INSTRUCC EXTRACTOR ELEC 3P V3	42	1	60	6	50,0	1	1,19	21,9	3,8%	1.098	18
x	100%	2	3	Operación nº3	S FOLLETO GARANTIA EXTRACTOR ELEC V3	1000	1	30	6	50,0	1	0,05	520,5	0,2%	46	1
x	100%	2	4	Operación nº4	S BOLSA TELA V1	300	1	60	6	50,0	1	0,17	156,1	0,5%	154	3
x	100%	2	5	Operación nº5	BOLSA ALMACENAJE LECHE ZIP 3UN	600	1	16	6	50,0	1	0,08	312,3	0,3%	77	1
x	100%	2	6	Operación nº6	S ADAPTADOR EXTRACTOR TIPO F	1000	1	8	6	50,0	1	0,05	520,5	0,2%	46	1
x	100%	1	7	Operación nº7	S CAJITA EXTRACTOR LECHE ELECTR 3A V3	50	1	10	6	50,0	1	1,00	26,0	3,2%	922	15
x	100%	1	8	Operación nº8	BANDEJA CARTÓN EXTRACTOR ELÉCTRICO	100	1	10	6	50,0	1	0,50	52,0	1,6%	461	8
x	100%	2	9	Operación nº9	S BOMBA EXTRACTOR ELECTRICO V1	24	1	10	6	50,0	1	2,08	12,5	6,7%	1.921	32
x	100%	1	10	Operación nº10	SF ROSCA LACTU	600	1	10	7	50,0	1	0,08	312,3	0,3%	77	1
x	100%	1	11	Operación nº11	SF VASO LACTU	300	1	10	7	50,0	1	0,17	156,1	0,5%	154	3
x	100%	1	12	Operación nº12	SF TETINA LACTU	400	1	10	7	50,0	1	0,13	208,2	0,4%	115	2
x	100%	2	13	Operación nº13	CAJA SU 355X115X260 FA	200	1	10	8	50,0	1	0,25	104,1	0,8%	231	4
x	100%	2	14	Operación nº14	PRECINTO PLASTICO NEGRO SUAVINEX ESPAÑOL	54	1	10	9	50,0	1	0,93	28,1	3,0%	854	14
x	100%	2	15	Operación nº15	SF CUERPO BIB LACT 120ML	33	1	10	10	22,0	1	0,67	17,2	2,1%	615	10
x	100%	2	16	Operación nº16	SFBOLSA BIB LACT 120ML	44	1	10	10	50,0	1	1,14	22,9	3,6%	1.048	17
x	100%	2	17	Operación nº17	SF BASE BIB LACT 120ML	800	1	10	10	50,0	1	0,06	416,4	0,2%	58	1
x	100%	2	18	Operación nº18	ETIQUETA BLANCA 35X25 MM	30000	1	10	11	50,0	1	0,00	15.614,3	0,0%	2	0
x	100%	1	19	Operación nº19	ETIQUETA ADHESIVA 100 X 55 MM	16000	1	10	12	50,0	1	0,00	8.327,6	0,0%	3	0
x	100%	2	20	Operación nº20	S ETIQUETA EXTRACTOR ATEN CLIE	6000	1	10	13	50,0	1	0,01	3.122,9	0,0%	8	0

Tabla 53 Distribución aprovisionamiento extractor eléctrico. Fuente: Elaboración propia.

Oper	Sat	CTseg	Uds/min
1	97%	30,22	1,99
2	100%	31,23	1,92
3	98%	30,55	1,96
	0%	0,00	
	0%	0,00	
	0%	0,00	

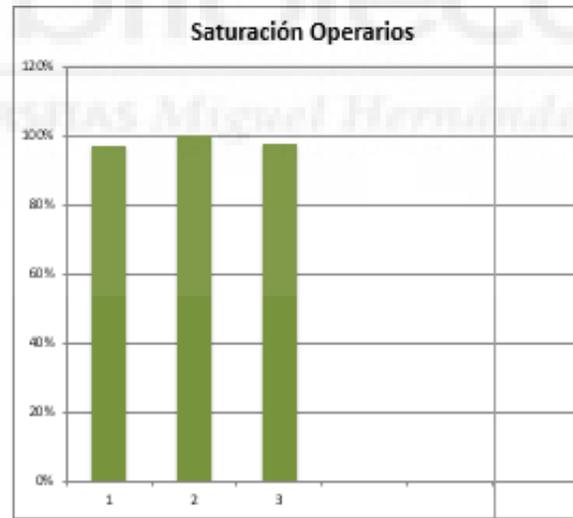


Ilustración 55 Porcentaje de saturación y capacidad productiva extractor eléctrico. Fuente: Elaboración propia.

- **Extractor manual:**

TAREAS EN LÍNEA				MEDICIÓN (Uds y Tiempos)						Método de Trabajo			M.O.D	119,7%			
Activa	% Dedicación	Operario	Nº Operación	Listado de operaciones:	TIPOLOGÍA	Uds Gestionadas	Uds Observadas/Tarea	Tiempo Operación Observado (seg)	Desplazamiento	Tiempo por Ud Observ	Uds por PT	Tiempo por unidad P.T.	Uds PT/min	Saturación	CT turno (seg)	CT turno (min)	
x	100%	1	1	Operación nº1	montar carton	1	1	70		16,3	1	16,30	3,68		27,2%	7.824	130
x	100%	1	2	Operación nº2	introducir tetina en rosca	1	1	60		2,9	1	2,93	20,45		4,9%	1.408	23
x	100%	1	3	Operación nº3	montar vaso	1	1	62		1,8	1	1,83	32,73		3,1%	880	15
x	100%	1	4	Operación nº4	colocar conjunto tet-ros-vas en carton	1	1	60		1,2	1	1,20	50,00		2,0%	576	10
x	100%	3	5	Operación nº5	clipar base en cuerpo	1	1	64		1,0	1	1,00	60,00		1,7%	480	8
x	100%	3	6	Operación nº6	introducir bolsa en cuerpo	1	1	64		3,0	1	3,00	20,00		5,0%	1.440	24
x	100%	3	7	Operación nº7	montar extractor leche	1	1	64		5,6	1	5,60	10,71		9,3%	2.688	45
x	100%	3	8	Operación nº8	colocar extractor leche en carton	1	1	64		1,1	1	1,13	52,94		1,9%	544	9
x	100%	1	9	Operación nº9	montar caja rosa	1	1	64		2,1	1	2,07	29,03		3,4%	992	17
x	100%	1	10	Operación nº10	introducir carton en caja rosa	1	1	64		1,9	1	1,93	31,03		3,2%	928	15
x	100%	2	11	Operación nº11	introducir manual en bolsa	1	1	64		3,8	1	3,82	15,71		6,4%	1.834	31
x	100%	2	12	Operación nº12	introducir bolsa almacenamiento en b	1	1	64		10,8	1	10,80	5,56		18,0%	5.184	86
x	100%	2	13	Operación nº13	colocar bolsa en caja carton rosa	1	1	64		4,7	1	4,68	12,82		7,8%	2.246	37
x	100%	2	14	Operación nº14	cerrar caja rosa	1	1	64		1,9	1	1,88	31,91		3,1%	902	15
x	100%	3	15	Operación nº15	colocar pegatina 1 (rosa)	1	1	64		1,9	1	1,92	31,25		3,2%	922	15
x	100%	2	16	Operación nº16	colocar etiqueta inferior	1	1	64		2,6	1	2,58	23,26		4,3%	1.238	21
x	100%	3	17	Operación nº17	montar caja kraft	1	1	64		1,7	1	1,73	34,62		2,9%	832	14
x	100%	3	18	Operación nº18	introducir caja rosa en caja kraft	1	1	64		2,6	1	2,56	23,44		4,3%	1.229	20
x	100%	3	19	Operación nº19	cerrar caja kraft	1	1	64		1,0	1	1,04	57,69		1,7%	499	8
x	100%	3	20	Operación nº20	etiquetar	1	1	64		1,6	1	1,60	37,50		2,7%	768	13
x	100%	3	21	Operación nº21	paletizar	1	1	64		2,2	1	2,20	27,27		3,7%	1.056	18

Tabla 54 Distribución tareas extractor manual. Fuente: Elaboración propia.

FRECUENCIALES - APROVISIONAMIENTOS													Frec. Minutos				
x	100%	2	1	Operación nº1	S BOLSA ALFORJA	1500	1	60	6	50,0	1	0,03	16,7	0,1%	32	1	
x	100%	2	2	Operación nº2	S FOLLETO INSTRUCC EXTRACTOR ELEC 3P V3	42	1	60	6	50,0	1	1,19	0,5	4,0%	1.143	19	
x	100%	2	3	Operación nº3	S BOLSA TELA V1	300	1	30	6	50,0	1	0,17	3,3	0,6%	160	3	
x	100%	2	4	Operación nº4	BOLSA ALMACENAJE LECHE ZIP 3UN	600	1	60	6	50,0	1	0,08	6,7	0,3%	80	1	
x	100%	2	5	Operación nº5	S ADAPTADOR EXTRACTOR TIPO F	1000	1	16	6	50,0	1	0,05	11,1	0,2%	48	1	
x	100%	2	6	Operación nº6	S CAJITA EXTRACTOR LECHE ELECTR 3A V3	50	1	8	6	50,0	1	1,00	0,6	3,3%	960	16	
x	100%	3	7	Operación nº7	BANDEJA CARTÓN EXTRACTOR ELÉCTRICO	100	1	10	6	50,0	1	0,50	1,1	1,7%	480	8	
x	100%	3	8	Operación nº8	SF ROSCA LAC TU	600	1	10	7	50,0	1	0,08	6,7	0,3%	80	1	
x	100%	3	9	Operación nº9	SF VASO LAC TU	300	1	10	7	50,0	1	0,17	3,3	0,6%	160	3	
x	100%	3	10	Operación nº10	SF TETINA LAC TU	400	1	10	7	50,0	1	0,13	4,4	0,4%	120	2	
x	100%	3	11	Operación nº11	CAJA SU 355X115X260 FA	200	1	10	8	50,0	1	0,25	2,2	0,8%	240	4	
x	100%	3	12	Operación nº12	PRECINTO PLASTICO NEGRO SUAVINEX ESPAÑOL	54	1	10	9	50,0	1	0,93	0,6	3,1%	889	15	
x	100%	3	13	Operación nº13	SF CUERPO BIB LACT 120ML	33	1	10	10	22,0	1	0,67	0,4	2,2%	640	11	
x	100%	3	14	Operación nº14	SFBOLSA BIB LACT 120ML	44	1	10	10	50,0	1	1,14	0,5	3,8%	1.091	18	
x	100%	3	15	Operación nº15	SF BASE BIB LACT 120ML	800	1	10	10	50,0	1	0,06	8,9	0,2%	60	1	
x	100%	3	16	Operación nº16	ETIQUETA BLANCA 35X25 MM	30000	1	10	11	50,0	1	0,00	333,3	0,0%	2	0	
x	100%	3	17	Operación nº17	ETIQUETA ADHESIVA 100 X 55 MM	16000	1	10	12	50,0	1	0,00	177,8	0,0%	3	0	
x	100%	2	18	Operación nº18	S ETIQUETA EXTRACTOR ATEN CLIEN	6000	1	10	13	50,0	1	0,01	66,7	0,0%	8	0	

Tabla 55 Distribución aprovisionamiento extractor manual. Fuente: Elaboración propia.

Oper	Sat	CT seg	Uds/min
1	100%	26,27	2,28
2	100%	26,29	2,28
3	98%	25,71	2,33
	0%	0,00	
	0%	0,00	
	0%	0,00	



Ilustración 56 Porcentaje de saturación y capacidad productiva extractor manual. Fuente: Elaboración propia.

• Peine:

TAREAS EN LÍNEA				Listado de operaciones:	TIPOLOGÍA	MEDICIÓN (Uds y Tiempos)				MÉTODO DE TRABAJO			M.O.D	389,0%	CT turno (seg)	CT turno (min)
Activa	% Dedicación	Operario	Nº Operación			Uds Gestionadas	Uds Observadas/Tarea	Tiempo Operación Observado (seg)	Desplazamiento	Tiempo por Ud Observ	Uds por PT	Tiempo por unidad P.T.	Uds PT/min	Saturacion		
x	100%	3	1	Operación nº1	Abrir caja agrupación exterior, plegar y paletizar	400	144	62		17,0	1	0,04	1.411,76	3,2%	912	15
x	50%	1	2	Operación nº2	abir caja inner	20	144	62		7,0	1	0,18	342,86	13,0%	3.757	63
x	50%	2	2	Operación nº2	abir caja inner	20	144	62		7,0	1	0,18	342,86	13,0%	3.757	63
x	50%	1	3	Operación nº3	colocar blister en el termoconformado	16	12	70		33,3	1	1,04	57,60	77,6%	22.360	373
x	50%	2	3	Operación nº3	colocar blister en el termoconformado	16	12	70		33,3	1	1,04	57,60	77,6%	22.360	373
x	100%	3	4	Operación nº4	Montar caja	16	12	70		6,9	1	0,43	139,47	32,1%	9.235	154
x	100%	3	5	Operación nº5	Introducir termoconformado	16	8	16		2,9	1	0,18	327,27	13,7%	3.935	66
x	100%	3	6	Operación nº6	cerrar caja kraft	16	8	8		5,6	1	0,35	171,43	26,1%	7.513	125
x	50%	1	7	Operación nº7	Desmontar caja inner	20	8	64		5,0	1	0,13	480,00	9,3%	2.683	45
x	50%	2	7	Operación nº7	Desmontar caja inner	20	8	64		5,0	1	0,13	480,00	9,3%	2.683	45
x	100%	3	9	Operación nº9	Etiquetar	16	12	64		1,4	1	0,09	685,71	6,5%	1.878	31
x	100%	3	9	Operación nº9	Paletizar	16	12	64		2,2	1	0,14	436,36	10,2%	2.952	49

Tabla 56 Distribución tareas peine. Fuente: Elaboración propia.

Oper	Sat	CT seg	Uds/min
1	100%	1,34	44,72
2	100%	1,34	44,72
3	92%	1,23	48,74
cinta	0%	0,00	
	0%	0,00	
	0%	0,00	

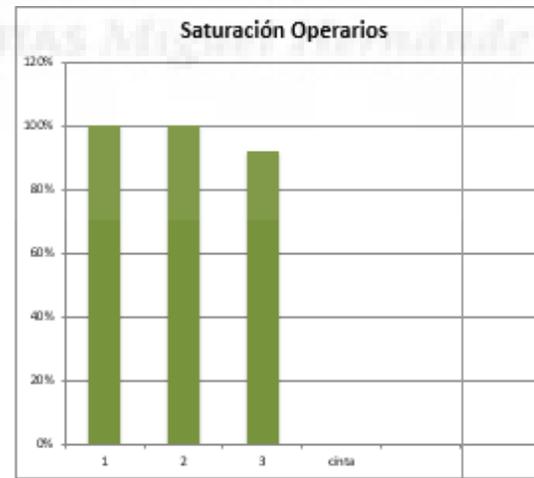


Ilustración 57 Porcentaje de saturación y capacidad productiva peine. Fuente: Elaboración propia.

• **Termo/papillero 3 uds:**

TAREAS EN LÍNEA				MEDICIÓN (Uds y Tiempos)						MÉTODO DE TRABAJO			M.O.D	29,9%		
Activa	% Dedicación	Operario	Nº Operación	Listado de operaciones:	TIPOLOGÍA	Uds Gestionadas	Uds Observadas/Tarea	Tiempo Operación Observado (seg)	Desplazamiento	Tiempo por Ud Observ	Uds por PT	Tiempo por unidad P.T.	Uds PT/min	Saturación	CT turno (seg)	CT turno (min)
x	100%	3	1	Operación nº1	Aprovisionamiento	30	1	70		17,0	1	0,57	105,88	0,9%	272	5
x	50%	2	2	Operación nº2	Sacar 2 BOLSAS de todos los termos y tirar a labasura	30	1	60		60,0	1	1,00	60,00	1,7%	480	8
x	50%	1	2	Operación nº2	Sacar 2 BOLSAS de todos los termos y tirar a labasura	30	1	60		60,0	1	1,00	60,00	1,7%	480	8
x	100%	1	3	Operación nº3	Montar caja PET	1	1	62		2,0	1	2,04	29,41	3,4%	979	16
x	100%	1	4	Operación nº4	Introducir folleto en la base de la caja PET	1	1	60		1,6	1	1,60	37,50	2,7%	768	13
x	100%	1	5	Operación nº5	Introducir termo en caja PET	1	1	64		1,9	1	1,93	31,09	3,2%	926	15
x	100%	2	6	Operación nº6	Cerrar caja PET	1	1	64		3,6	1	3,63	16,53	6,1%	1.742	29
x	100%	2	7	Operación nº7	Colocar EAN en caja PET	1	1	64		2,0	1	1,96	30,61	3,3%	941	16
x	100%	3	8	Operación nº8	Montar caja inner	3	1	64		1,2	1	0,41	147,54	0,7%	195	3
x	100%	3	9	Operación nº9	introducir caja PET en caja inner	3	1	64		2,3	1	0,77	78,26	1,3%	368	6
x	100%	3	10	Operación nº10	cerrar caja inner	3	1	64		2,1	1	0,71	84,71	1,2%	340	6
x	100%	3	11	Operación nº11	Etiquetar LOTE (500012)	15	1	64		5,0	1	0,33	180,00	0,6%	160	3
x	100%	3	12	Operación nº12	Paletizar	15	1	64		30,0	1	2,00	30,00	3,3%	960	16

Tabla 57 Distribución tareas termo/papillero 3 uds. Fuente: Elaboración propia.

Oper	Sat	CT seg	Uds/min
1	100%	6,57	9,13
2	100%	6,59	9,10
3	73%	4,78	12,55
	0%	0,00	
	0%	0,00	
	0%	0,00	

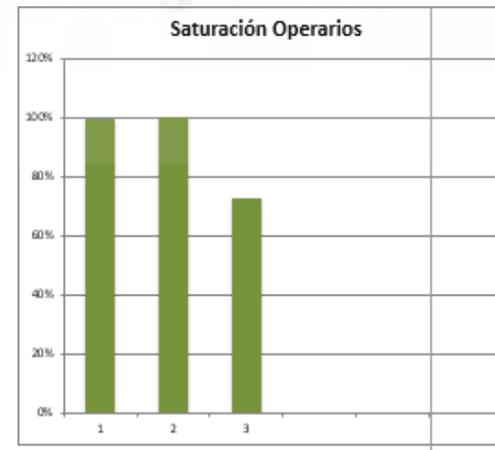


Ilustración 58 Porcentaje de saturación y capacidad productiva termo/papillero 3 uds. Fuente: Elaboración propia.

• **Termo/papillero 1 ud:**

TAREAS EN LÍNEA				MEDICIÓN (Uds y Tiempos)						MÉTODO DE TRABAJO			M.O.D	38,4%		
Activa	% Dedicación	Operario	Nº Operación	Listado de operaciones:	TIPOLOGÍA	Uds Gestionadas	Uds Observadas/Tarea	Tiempo Operación Observada	Desplazamiento	Tiempo por Ud Observ	Uds por PT	Tiempo por unidad P.T.	Uds PT/min	Saturación	CT turno (seg)	CT turno (min)
x	100%	2	1	Operación nº1	Aprovisionamiento	30	1	70		17,0	1	0,57	105,88	0,9%	272	5
x	100%	2	2	Operación nº2	Sacar 2 BOLSAS de todos los termos y tirar a labasura	30	1	60		80,0	1	2,67	22,50	4,4%	1.280	21
x	100%	1	3	Operación nº3	Montar caja PET	1	1	62		2,0	1	2,04	29,41	3,4%	979	16
x	100%	1	4	Operación nº4	Introducir folleto en la base de la caja PET	1	1	60		1,6	1	1,60	37,50	2,7%	768	13
x	100%	1	5	Operación nº5	Introducir termo en caja PET	1	1	64		1,9	1	1,93	31,09	3,2%	926	15
x	100%	1	6	Operación nº6	Cerrar caja PET	1	1	64		3,6	1	3,63	16,53	6,1%	1.742	29
x	100%	1	7	Operación nº7	Colocar EAN en caja PET	1	1	64		2,0	1	1,96	30,61	3,3%	941	16
x	100%	2	8	Operación nº8	Montar caja inner	1	1	64		1,2	1	1,22	49,18	2,0%	586	10
x	100%	2	9	Operación nº9	introducir caja PET en caja inner	1	1	64		2,3	1	2,30	26,09	3,8%	1.104	18
x	100%	2	10	Operación nº10	cerrar caja inner	1	1	64		2,1	1	2,13	28,24	3,5%	1.020	17
x	100%	2	11	Operación nº11	Etiquetar LOTE (500012)	5	1	64		5,0	1	1,00	60,00	1,7%	480	8
x	100%	2	12	Operación nº12	Paletizar	5	1	64		10,0	1	2,00	30,00	3,3%	960	16

Tabla 58 Distribución tareas termo/papillero 1 ud. Fuente: Elaboración propia.

Oper	Sat	CT seg	Uds/min
1	87%	11,94	5,03
2	100%	13,75	4,36
	0%	0,00	
	0%	0,00	
	0%	0,00	
	0%	0,00	

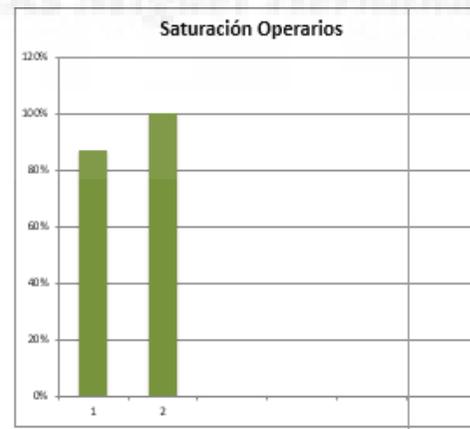


Ilustración 59 Porcentaje de saturación y capacidad productiva termo/papillero 1 ud. Fuente: Elaboración propia.

• **Bentoo:**

TAREAS EN LÍNEA				Listado de operaciones:	TIPOLOGÍA	MEDICIÓN (Uds y Tiempos)					MÉTODO DE TRABAJO		M.O.D. 45,9%		Uds/min	Saturación	CT turno (seg)	CT turno (min)
Activa	% Dedicación	Operario	Nº Operación			Uds Gestionadas	Uds Observadas/Tarea	Operación Observada (seg)	Desplazamiento	Tiempo por Ud Observ	Uds por PT	Tiempo por unidad P.T.						
x	100%	1	1	Operación n#1	Abrir caja agrupación exterior, plegar y palet	121	144	62		60,0	1	0,50	121,00		0,8%	230	4	
x	100%	3	2	Operación n#2	Montar caja inner	2	144	62		2,5	1	1,25	48,00		2,0%	581	10	
x	100%	2	3	Operación n#3	Roscar parte central en una exterior	1	144	62		2,0	1	2,00	30,00		3,2%	929	15	
x	100%	2	4	Operación n#4	Roscar conjunto anterior con la otra exterior	1	12	70		1,9	1	1,93	31,17		3,1%	894	15	
x	100%	1	5	Operación n#5	Colocar cinta en conjunto	1	12	70		7,5	1	7,50	8,00		12,1%	3.484	58	
x	100%	2	6	Operación n#6	Montar caja PET	1	12	70		3,8	1	3,84	15,61		6,2%	1.785	30	
x	100%	2	7	Operación n#7	Introducir folleto	1	8	10		1,4	1	1,37	43,75		2,2%	637	11	
x	100%	1	8	Operación n#8	Introducir conjunto	1	8	10		1,7	1	1,66	36,21		2,7%	770	13	
x	100%	3	9	Operación n#9	Cerrar caja PET	1	8	10		3,3	1	3,27	18,34		5,3%	1.520	25	
x	100%	3	10	Operación n#10	Colocar ean	1	8	10		0,9	1	0,87	69,23		1,4%	403	7	
x	100%	3	11	Operación n#11	Introducir 2 unidades en caja inner	2	8	10		3,0	1	1,50	40,00		2,4%	697	12	
x	100%	3	12	Operación n#12	cerrar caja inner	2	8	64		2,0	1	1,00	60,00		1,6%	465	8	
x	100%	3	13	Operación n#13	colocar etiqueta dun	2	8	64		1,4	1	0,70	85,71		1,1%	325	5	
x	100%	3	14	Operación n#14	paletizar	2	12	64		2,2	1	1,10	54,55		1,8%	511	9	

Tabla 59 Distribución tareas bentoo. Fuente: Elaboración propia.

Oper	Sat	CT seg	Uds/min
1	100%	9,65	6,22
2	94%	9,14	6,57
3	100%	9,69	6,19
	0%	0,00	
	0%	0,00	
	0%	0,00	

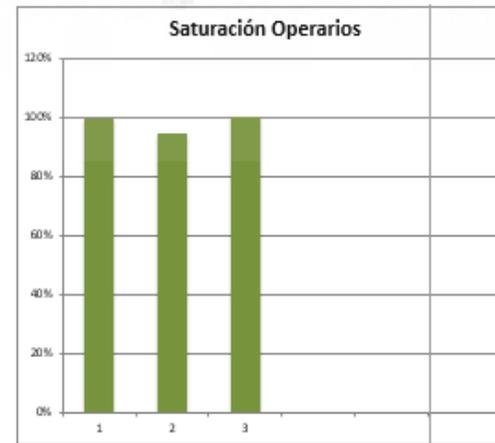


Ilustración 60 Porcentaje de saturación y capacidad productiva bentoo. Fuente: Elaboración propia.

• **Canastilla cosmética:**

TAREAS EN LÍNEA				Listado de operaciones:	TIPOLOGÍA	MEDICIÓN (Uds y Tiempos)				MÉTODO DE TRABAJO			M.O.D	283,9%	CT turno (seg)	CT turno (min)		
Activa	% Dedicación	Operario	Nº Operación			Uds Gestionadas	Uds Observadas/Tarea	Tiempo Operación Observado (seg)	Desplazamiento	Tiempo por Ud Observ	Uds por PT	Tiempo por unidad P.T.	Uds PT/min	Saturación				
x	100%	1	2	Operación nº2	Desembalar canastilla	1			7,5	1	7,50	8,00		41,4%	11.917	199		
x	100%	1	3	Operación nº3	Colocar termoconformado	1			2,9	1	2,93	20,51		16,1%	4.648	77		
x	100%	2	4	Operación nº4	Introducir toallitas	1			1,1	1	1,05	57,14		5,8%	1.668	28		
x	100%	2	5	Operación nº5	Introducir loción	1			1,0	1	1,03	58,54		5,7%	1.629	27		
x	100%	1	6	Operación nº6	Introducir colonia	1			2,8	1	2,80	21,43		15,4%	4.449	74		
x	100%	1	7	Operación nº7	Introducir crema	1			2,4	1	2,38	25,26		13,1%	3.774	63		
x	100%	2	8	Operación nº8	Cerrar canastilla	1			2,5	1	2,50	24,00		13,8%	3.972	66		
x	100%	2	9	Operación nº9	Colocar PET canastilla	1			7,5	1	7,50	8,00		41,4%	11.917	199		
x	100%	2	10	Operación nº10	Colocar etiqueta lote	1			3,0	1	3,00	20,00		16,6%	4.767	79		
x	100%	3	11	Operación nº11	Montar caja inner	1			6,2	1	6,23	9,64		34,3%	9.891	165		
x	100%	3	12	Operación nº12	Introducir canastilla en inner	1			3,0	1	3,00	20,00		16,6%	4.767	79		
x	100%	3	13	Operación nº13	Cerrar inner	1			4,7	1	4,70	12,77		25,9%	7.468	124		
x	100%	3	14	Operación nº14	Etiquetar	1			2,0	1	2,00	30,00		11,0%	3.178	53		
x	100%	3	15	Operación nº15	paletizar	1			2,2	1	2,20	27,27		12,1%	3.496	58		
FRECUECIALES - APROVISIONAMIENTOS												Frec. Minutos						
x	100%	2	1	Operación nº1	toallitas				12			15,00	1	1,25	3,6	6,9%	1.986	33
x	100%	1	2	Operación nº2	loción				24			15,00	1	0,63	7,3	3,4%	993	17
x	100%	2	3	Operación nº3	colonia				24			15,00	1	0,63	7,3	3,4%	993	17
x	100%	1	4	Operación nº4	crema				100			15,00	1	0,15	30,2	0,8%	238	4

Tabla 60 Distribución tareas canastilla cosmética. Fuente: Elaboración propia.

Oper	Sat	CT seg	Uds/min
1	90%	16,38	3,66
2	94%	16,95	3,54
3	100%	18,13	3,31
	0%	0,00	
	0%	0,00	
	0%	0,00	

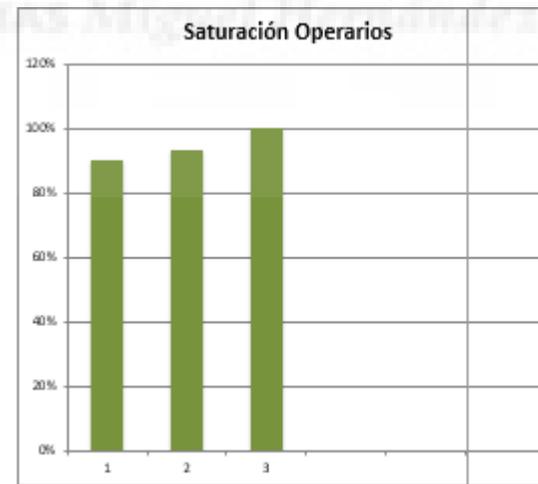


Ilustración 61 Porcentaje de saturación y capacidad productiva canastilla cosmética. Fuente: Elaboración propia.

7.5.2. Ahorro de costes en recurso cinta

EXTRACTOR ELÉCTRICO	AHORRO		TEÓRICO
	T MAQ	T OP	
RECETA ANTERIOR	725	2177	
RECETA ACTUAL	684	2052	
PRODUCCIÓN ANUAL	8500		
COSTE POR 1000 UDS	MAQ	OP	TOTAL
RECETA ANTERIOR	160,71 €	566,02 €	726,73 €
RECETA ACTUAL	151,62 €	533,52 €	685,14 €
AHORRO POR 1000 UDS	MAQ	OP	TOTAL
CANTIDAD	9,09 €	32,50 €	41,59 €
%	5,99%	6,09%	6,07%
COSTE ANUAL	MAQ	OP	TOTAL
RECETA ANTERIOR	1.366,02 €	4.101,83 €	5.467,85 €
RECETA ACTUAL	1.288,77 €	3.866,31 €	5.155,08 €
AHORRO ANUAL	MAQ	OP	TOTAL
CANTIDAD	77,25 €	235,52 €	312,77 €
%	5,99%	6,09%	6,07%

Tabla 61 Ahorro de costes extractor eléctrico. Fuente: Elaboración propia.

EXTRACTOR MANUAL	AHORRO		TEÓRICO
	T MAQ	T OP	
RECETA ANTERIOR	684	2052	
RECETA ACTUAL	556	1669	
PRODUCCIÓN ANUAL	4000		
COSTE POR 1000 UDS	MAQ	OP	TOTAL
RECETA ANTERIOR	151,62 €	533,52 €	685,14 €
RECETA ACTUAL	123,25 €	433,94 €	557,19 €
AHORRO POR 1000 UDS	MAQ	OP	TOTAL
CANTIDAD	28,37 €	99,58 €	127,95 €
%	23,02%	22,95%	22,96%
COSTE ANUAL	MAQ	OP	TOTAL
RECETA ANTERIOR	606,48 €	2.134,08 €	2.740,56 €
RECETA ACTUAL	492,99 €	1.735,76 €	2.228,75 €
AHORRO ANUAL	MAQ	OP	TOTAL
CANTIDAD	113,49 €	398,32 €	511,81 €
%	23,02%	22,95%	22,96%

Tabla 62 Ahorro de costes extractor manual. Fuente: Elaboración propia.

PEINE		AHORRO	TEÓRICO
	T MAQ	T OP	
RECETA ANTERIOR	33	98	
RECETA ACTUAL	30	91	
PRODUCCIÓN ANUAL	70000		
COSTE POR 1000 UDS	MAQ	OP	TOTAL
RECETA ANTERIOR	7,32 €	25,48 €	32,80 €
RECETA ACTUAL	6,65 €	23,66 €	30,31 €
AHORRO POR 1000 UDS	MAQ	OP	TOTAL
CANTIDAD	0,67 €	1,82 €	2,49 €
%	10,00%	7,69%	8,20%
COSTE ANUAL	MAQ	OP	TOTAL
RECETA ANTERIOR	512,05 €	1.520,63 €	2.032,68 €
RECETA ACTUAL	465,50 €	1.412,02 €	1.877,52 €
AHORRO ANUAL	MAQ	OP	TOTAL
CANTIDAD	46,55 €	108,62 €	155,17 €
%	10,00%	7,69%	8,26%

Tabla 63 Ahorro de costes peine. Fuente: Elaboración propia.

TERMO PAPILLERO 3 UDS		AHORRO	TEÓRICO
	T MAQ	T OP	
RECETA ANTERIOR	225	675	
RECETA ACTUAL	110	331	
PRODUCCIÓN ANUAL	17000		
COSTE POR 1000 UDS	MAQ	OP	TOTAL
RECETA ANTERIOR	49,88 €	175,50 €	225,38 €
RECETA ACTUAL	24,38 €	86,06 €	110,44 €
AHORRO POR 1000 UDS	MAQ	OP	TOTAL
CANTIDAD	25,49 €	89,44 €	114,93 €
%	104,55%	103,93%	104,06%
COSTE ANUAL	MAQ	OP	TOTAL
RECETA ANTERIOR	847,88 €	2.543,63 €	3.391,50 €
RECETA ACTUAL	414,52 €	1.247,32 €	1.661,84 €
AHORRO ANUAL	MAQ	OP	TOTAL
CANTIDAD	433,36 €	1.296,31 €	1.729,67 €
%	104,55%	103,93%	104,08%

Tabla 64 Ahorro de costes termo/papillero 3 uds. Fuente: Elaboración propia.

TERMO PAPILLERO 1 UDS	AHORRO		TEÓRICO
	T MAQ	T OP	
RECETA ANTERIOR	225	675	
RECETA ACTUAL	147	442	
PRODUCCIÓN ANUAL	48000		
COSTE POR 1000 UDS	MAQ	OP	TOTAL
RECETA ANTERIOR	49,88 €	175,50 €	225,38 €
RECETA ACTUAL	32,59 €	114,92 €	147,51 €
AHORRO POR 1000 UDS	MAQ	OP	TOTAL
CANTIDAD	17,29 €	60,58 €	77,87 €
%	53,06%	52,71%	52,79%
COSTE ANUAL	MAQ	OP	TOTAL
RECETA ANTERIOR	2.394,00 €	7.182,00 €	9.576,00 €
RECETA ACTUAL	1.564,08 €	4.702,88 €	6.266,96 €
AHORRO ANUAL	MAQ	OP	TOTAL
CANTIDAD	829,92 €	2.479,12 €	3.309,04 €
%	53,06%	52,71%	52,80%

Tabla 65 Ahorro de costes termo/papillero 1 ud. Fuente: Elaboración propia.

BENTOO	AHORRO		TEÓRICO
	T MAQ	T OP	
RECETA ANTERIOR	300	902	
RECETA ACTUAL	181	544	
PRODUCCIÓN ANUAL	6500		
COSTE POR 1000 UDS	MAQ	OP	TOTAL
RECETA ANTERIOR	66,50 €	234,52 €	301,02 €
RECETA ACTUAL	40,12 €	141,44 €	181,56 €
AHORRO POR 1000 UDS	MAQ	OP	TOTAL
CANTIDAD	26,38 €	93,08 €	119,46 €
%	65,75%	65,81%	65,79%
COSTE ANUAL	MAQ	OP	TOTAL
RECETA ANTERIOR	432,25 €	1.299,63 €	1.731,88 €
RECETA ACTUAL	260,79 €	783,81 €	1.044,60 €
AHORRO ANUAL	MAQ	OP	TOTAL
CANTIDAD	171,46 €	515,82 €	687,28 €
%	65,75%	65,81%	65,79%

Tabla 66 Ahorro de costes bentoo. Fuente: Elaboración propia.

CANASTILLA COSMÉTICA	AHORRO		TEÓRICO
	T MAQ	T OP	
RECETA ANTERIOR	454	1364	
RECETA ACTUAL	324	972	
PRODUCCIÓN ANUAL	15000		
COSTE POR 1000 UDS	MAQ	OP	TOTAL
RECETA ANTERIOR	100,64 €	354,64 €	455,28 €
RECETA ACTUAL	71,82 €	252,72 €	324,54 €
AHORRO POR 1000 UDS	MAQ	OP	TOTAL
CANTIDAD	28,82 €	101,92 €	130,74 €
%	40,12%	40,33%	40,28%
COSTE ANUAL	MAQ	OP	TOTAL
RECETA ANTERIOR	1.509,55 €	4.535,30 €	6.044,85 €
RECETA ACTUAL	1.077,30 €	3.231,90 €	4.309,20 €
AHORRO ANUAL	MAQ	OP	TOTAL
CANTIDAD	432,25 €	1.303,40 €	1.735,65 €
%	40,12%	40,33%	40,28%

Tabla 67 Ahorro de costes canastilla cosmética. Fuente: Elaboración propia.

7. BIBLIOGRAFÍA

Hernández Matías, J. y Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean Manufacturing. Concepto, técnicas e implementación*. Madrid: EOI ESCUELA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL. Disponible en:

<https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>

Desarrolla consultores. (s.f.). *La dimensión humana del Lean Manufacturing*. Disponible en: <https://desarrollaconsultores.com/dimension-humana-lean-manufacturing/>

ACMPLEAN. (2018). *Estandarización, la puerta hacia la mejora continua*. Disponible en: <https://acmplean.com/actualidad/estandarizacion-la-puerta-hacia-la-mejora-continua/>

Suavinex. (2022). Disponible en: <https://www.suavinex.com/>

Material formativo de la empresa. (s.f.). *Curso Lean Manufacturing Suavinex*.

8. ÍNDICES

8.2 ÍNDICE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1 Máquina de discos de lactancia. Fuente: Suavinex.</i>	5
<i>Ilustración 2 Chupetes con tetina fisiológica. Fuente: Suavinex.</i>	6
<i>Ilustración 3 Tetina 3 posiciones. Fuente: Suavinex.</i>	6
<i>Ilustración 4 Cajas de producto terminado. Fuente: Suavinex.</i>	7
<i>Ilustración 5 Vista planta de Eslovaquia. Fuente: Suavinex.</i>	8
<i>Ilustración 6 Baby Cologne. Fuente: Suavinex.</i>	8
<i>Ilustración 7 Living Suavinex Milán. Fuente: Suavinex.</i>	9
<i>Ilustración 8 Showroom Living Suavinex. Fuente: Suavinex.</i>	10
<i>Ilustración 9 Esquema movimiento producto. Fuente: Elaboración propia.</i>	11
<i>Ilustración 10 La Casa del Sistema de Producción Toyota. Fuente: Hernández Matías, J. y Vizán Idoipe, A. (2013).</i>	16
<i>Ilustración 11 Cuerpo biberón / Conjunto cuerpo-tapa. Fuente: Elaboración propia.</i>	26
<i>Ilustración 12 Rosca / Conjunto rosca-tetina. Fuente: Elaboración propia.</i>	26
<i>Ilustración 13 Biberón sin vaso. Fuente: Elaboración propia.</i>	27
<i>Ilustración 14 Biberón completo. Fuente: Elaboración propia.</i>	27
<i>Ilustración 15 Montaje caja PET. Fuente: Elaboración propia.</i>	28
<i>Ilustración 16 Introducción folleto informativo. Fuente: elaboración propia.</i>	28
<i>Ilustración 17 Biberón en caja PET. Fuente: Elaboración propia.</i>	29
<i>Ilustración 18 Producto finalizado. Fuente: Elaboración propia.</i>	29
<i>Ilustración 19 Layout actual montaje biberón. Fuente: Elaboración propia.</i>	30
<i>Ilustración 20 Porcentaje de saturación y capacidad productiva sistema actual. Fuente: Elaboración propia.</i>	30
<i>Ilustración 21 Comparativa habilidad adquirida vs experiencia requerida para dominar la operación. Fuente: Elaboración propia.</i>	32
<i>Ilustración 22 Layout con la inclusión de una quinta operaria. Fuente: Elaboración propia.</i>	38
<i>Ilustración 23 Layout con convergencia del final de línea. Fuente: Elaboración propia.</i>	39
<i>Ilustración 24 Plano movimientos material en sala de puericultura. Fuente: Elaboración propia.</i>	46
<i>Ilustración 25 Plano movimientos material en sala de puericultura tras la mejora. Fuente: Elaboración propia.</i>	47
<i>Ilustración 26 Layout actual montaje biberón línea enfajado. Fuente: Elaboración propia.</i>	49
<i>Ilustración 27 Porcentaje de saturación y capacidad productiva sistema actual para la línea de enfajado. Fuente: Elaboración propia.</i>	50
<i>Ilustración 28 Porcentaje de saturación y capacidad productiva sí se aumentara a cinco operarias sin modificar el final de línea para la línea de enfajado. Fuente: Elaboración propia.</i>	50
<i>Ilustración 29 Layout montaje biberón línea enfajado con revisión de etiquetado automática. Fuente: Elaboración propia.</i>	51
<i>Ilustración 30 Recurso mesa. Fuente: Elaboración propia.</i>	54
<i>Ilustración 31 Recurso cinta. Fuente: Elaboración propia.</i>	55
<i>Ilustración 32 Layout extractor eléctrico en cinta. Fuente: Elaboración propia.</i>	56

<i>Ilustración 33 Layout extractor manual en cinta. Fuente: Elaboración propia. .</i>	57
<i>Ilustración 34 Layout termo/papillero agrupación tres uds en cinta. Fuente: Elaboración propia.</i>	58
<i>Ilustración 35 Layout termo/papillero agrupación una ud en cinta. Fuente: Elaboración propia.</i>	58
<i>Ilustración 36 Layout set platos combinables en cinta. Fuente: Elaboración propia.</i>	59
<i>Ilustración 37 Layout peine en cinta. Fuente: Elaboración propia.</i>	59
<i>Ilustración 38 Layout canastilla cosmética en cinta. Fuente: Elaboración propia.</i>	60
<i>Ilustración 39 Plano ampliación sala puericultura. Fuente: Elaboración propia.</i>	62
<i>Ilustración 40 Comparativa ahorro real vs ahorro previsto recurso mesa a recurso cinta. Fuente: Elaboración propia.</i>	65
<i>Ilustración 41 Porcentaje de saturación y capacidad productiva línea de enfajado con automatización de la revisión del etiquetado inferior en simulación de la producción. Fuente: Elaboración propia.</i>	68
<i>Ilustración 42 Porcentaje de saturación y capacidad productiva línea de enfajado con automatización de la revisión del etiquetado inferior y omisión de la revisión de una de las revisiones de final de línea de tetinas en simulación de la producción. Fuente: Elaboración propia.</i>	68
<i>Ilustración 43 Porcentaje de saturación y capacidad productiva línea de enfajado con automatización de la revisión del etiquetado inferior y omisión de todas las revisiones de tetinas a lo largo de la línea en simulación de la producción. Fuente: Elaboración propia.</i>	69
<i>Ilustración 44 Comparativa ahorro real vs ahorro previsto. Fuente: Elaboración propia.</i>	70
<i>Ilustración 45 Porcentaje de saturación y capacidad productiva para modificación del reparto de tareas. Fuente: Elaboración propia.</i>	77
<i>Ilustración 46 Porcentaje de saturación y capacidad productiva para quinta operaria y modificación del reparto de tareas. Fuente: Elaboración propia.</i>	79
<i>Ilustración 47 Porcentaje de saturación y capacidad productiva para convergencia final de línea y modificación del reparto de tareas. Fuente: Elaboración propia.</i>	81
<i>Ilustración 48 Porcentaje de saturación y capacidad productiva 1. Fuente: Elaboración propia.</i>	88
<i>Ilustración 49 Porcentaje de saturación y capacidad productiva 2. Fuente: Elaboración propia.</i>	90
<i>Ilustración 50 Porcentaje de saturación y capacidad productiva 3. Fuente: Elaboración propia.</i>	92
<i>Ilustración 51 Porcentaje de saturación y capacidad productiva 4. Fuente: Elaboración propia.</i>	94
<i>Ilustración 52 Porcentaje de saturación y capacidad productiva línea de enfajado con automatización de la revisión del etiquetado inferior. Fuente: Elaboración propia.</i>	96
<i>Ilustración 53 Porcentaje de saturación y capacidad productiva línea de enfajado con automatización de la revisión del etiquetado inferior y omisión de una de las revisiones de final de línea de tetinas. Fuente: Elaboración propia.</i>	98
<i>Ilustración 54 Porcentaje de saturación y capacidad productiva línea de enfajado con automatización de la revisión del etiquetado inferior y omisión de</i>	

<i>todas las revisiones de tetinas a lo largo de la línea. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>100</i>
<i>Ilustración 55 Porcentaje de saturación y capacidad productiva extractor eléctrico. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>103</i>
<i>Ilustración 56 Porcentaje de saturación y capacidad productiva extractor manual. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>105</i>
<i>Ilustración 57 Porcentaje de saturación y capacidad productiva peine. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>106</i>
<i>Ilustración 58 Porcentaje de saturación y capacidad productiva termo/papillero 3 uds. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>107</i>
<i>Ilustración 59 Porcentaje de saturación y capacidad productiva termo/papillero 1 ud. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>108</i>
<i>Ilustración 60 Porcentaje de saturación y capacidad productiva bentoo. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>109</i>
<i>Ilustración 61 Porcentaje de saturación y capacidad productiva canastilla cosmética. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>110</i>



8.3 ÍNDICE TABLAS

<i>Tabla 1 Herramientas 5's. Fuente: Hernández Matías, J. y Vizán Idoipe, A. (2013).</i>	21
<i>Tabla 2 Análisis tiempos de ensamblado. Fuente: Elaboración propia.</i>	35
<i>Tabla 3 Categorización operaciones según experiencia requerida. Fuente: Elaboración propia.</i>	36
<i>Tabla 4 Reparto de tareas según destreza. Fuente: Elaboración propia.</i>	37
<i>Tabla 5 Reparto de tareas con la inclusión de una quinta operaria. Fuente: Elaboración propia.</i>	38
<i>Tabla 6 Reparto de tareas con convergencia del final de línea. Fuente: Elaboración propia.</i>	39
<i>Tabla 7 Reparto de tareas para automatización del montaje del biberón. Fuente: Elaboración propia.</i>	42
<i>Tabla 8 Reparto de tareas para automatización del montaje del packaging. Fuente: Elaboración propia.</i>	43
<i>Tabla 9 Reparto de tareas para automatización del final de línea. Fuente: Elaboración propia.</i>	43
<i>Tabla 10 Reparto de tareas para automatización completa. Fuente: Elaboración propia.</i>	44
<i>Tabla 11 Tiempo empleado en la revisión de etiquetado y tetinas y gasto asociado. Fuente: Elaboración propia.</i>	49
<i>Tabla 12 Resumen ahorro de costes en cinta. Fuente: Elaboración propia.</i>	60
<i>Tabla 13 Diagrama de Gantt ejecución automatización. Fuente: Elaboración propia.</i>	71
<i>Tabla 14 Distribución tareas con modificación en el reparto. Fuente: Elaboración propia.</i>	76
<i>Tabla 15 Distribución aprovisionamientos para modificación del reparto de tareas. Fuente: Elaboración propia.</i>	76
<i>Tabla 16 Distribución tareas con cinco operarias y modificación en el reparto. Fuente: Elaboración propia.</i>	78
<i>Tabla 17 Distribución aprovisionamientos para quinta operaria y modificación del reparto de tareas. Fuente: Elaboración propia.</i>	78
<i>Tabla 18 Distribución tareas con convergencia del final de línea y modificación en el reparto. Fuente: Elaboración propia.</i>	80
<i>Tabla 19 Distribución aprovisionamientos para convergencia final de línea y modificación del reparto de tareas. Fuente: Elaboración propia.</i>	80
<i>Tabla 20 Capacidades operativas asociadas a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.</i>	82
<i>Tabla 21 Costes de funcionamiento asociados a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.</i>	82
<i>Tabla 22 Ahorros anuales asociados a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.</i>	82
<i>Tabla 23 Capacidades operativas asociadas a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.</i>	83
<i>Tabla 24 Costes de funcionamiento asociados a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.</i>	83
<i>Tabla 25 Retornos de la inversión asociados a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.</i>	83

<i>Tabla 26 Capacidades operativas asociadas a las diferentes propuestas.</i>	
<i>Fuente: Elaboración propia.</i>	84
<i>Tabla 27 Costes de funcionamiento asociados a las diferentes propuestas.</i>	
<i>Fuente: Elaboración propia.</i>	84
<i>Producción actual: 1.200.000 unidades/año. Tabla 28 Retornos de la inversión asociados a las diferentes propuestas. Fuente: Elaboración propia.</i>	84
<i>Tabla 29 Capacidades operativas asociadas a las diferentes propuestas.</i>	
<i>Fuente: Elaboración propia.</i>	85
<i>Tabla 30 Costes de funcionamiento asociados a las diferentes propuestas.</i>	
<i>Fuente: Elaboración propia.</i>	85
<i>Tabla 31 Retornos de la inversión asociados a las diferentes propuestas.</i>	
<i>Fuente: Elaboración propia.</i>	85
<i>Tabla 32 Capacidades operativas asociadas a las diferentes propuestas.</i>	
<i>Fuente: Elaboración propia.</i>	86
<i>Tabla 33 Costes de funcionamiento asociados a las diferentes propuestas.</i>	
<i>Fuente: Elaboración propia.</i>	86
<i>Tabla 34 Retornos de la inversión asociados a las diferentes propuestas.</i>	
<i>Fuente: Elaboración propia.</i>	86
<i>Tabla 35 Distribución tareas en línea 1. Fuente: Elaboración propia.</i>	87
<i>Tabla 36 Distribución aprovisionamientos 1. Fuente: Elaboración propia.</i>	87
<i>Tabla 37 Distribución tareas en línea 2. Fuente: Elaboración propia.</i>	89
<i>Tabla 38 Distribución aprovisionamientos 2. Fuente: Elaboración propia.</i>	89
<i>Tabla 39 Distribución tareas en línea 3. Fuente: Elaboración propia.</i>	91
<i>Tabla 40 Distribución aprovisionamientos 3. Fuente: Elaboración propia.</i>	92
<i>Tabla 41 Distribución tareas en línea 4. Fuente: Elaboración propia.</i>	93
<i>Tabla 42 Distribución aprovisionamientos 4. Fuente: Elaboración propia.</i>	93
<i>Tabla 43 Distribución tareas línea de enfajado con automatización de la revisión del etiquetado inferior. Fuente: Elaboración propia.</i>	95
<i>Tabla 44 Distribución tareas aprovisionamiento línea de enfajado con automatización de la revisión del etiquetado inferior. Fuente: Elaboración propia.</i>	95
<i>Tabla 45 Distribución tareas línea de enfajado con automatización de la revisión del etiquetado inferior y omisión de una de las revisiones de final de línea de tetinas. Fuente: Elaboración propia.</i>	97
<i>Tabla 46 Distribución aprovisionamientos línea de enfajado con automatización de la revisión del etiquetado inferior y omisión de una de las revisiones de final de línea de tetinas. Fuente: Elaboración propia.</i>	97
<i>Tabla 47 Distribución tareas línea de enfajado con automatización de la revisión del etiquetado inferior y omisión de todas las revisiones de tetinas a lo largo de la línea. Fuente: Elaboración propia.</i>	99
<i>Tabla 48 Distribución aprovisionamiento línea de enfajado con automatización de la revisión del etiquetado inferior y omisión de todas las revisiones de tetinas a lo largo de la línea. Fuente: Elaboración propia.</i>	99
<i>Tabla 49 Capacidades operativas asociadas a las diferentes propuestas.</i>	
<i>Fuente: Elaboración propia.</i>	101
<i>Tabla 50 Costes de funcionamiento asociados a las diferentes propuestas.</i>	
<i>Fuente: Elaboración propia.</i>	101
<i>Tabla 51 Retornos de la inversión asociados a las diferentes propuestas.</i>	
<i>Fuente: Elaboración propia.</i>	101
<i>Tabla 52 Distribución tareas extractor eléctrico. Fuente: Elaboración propia.</i>	102

<i>Tabla 53 Distribución aprovisionamiento extractor eléctrico. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 54 Distribución tareas extractor manual. Fuente: Elaboración propia. .</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 55 Distribución aprovisionamiento extractor manual. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 56 Distribución tareas peine. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 57 Distribución tareas termo/papillero 3 uds. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 58 Distribución tareas termo/papillero 1 ud. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 59 Distribución tareas bentoo. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 60 Distribución tareas canastilla cosmética. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 61 Ahorro de costes extractor eléctrico. Fuente: Elaboración propia.</i>	
<i>Tabla 62 Ahorro de costes extractor manual. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 63 Ahorro de costes peine. Fuente: Elaboración propia.</i>	
<i>Tabla 64 Ahorro de costes termo/papillero 3 uds. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 65 Ahorro de costes termo/papillero 1 ud. Fuente: Elaboración propia.</i>	
<i>Tabla 66 Ahorro de costes bentoo. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 67 Ahorro de costes canastilla cosmética. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>114</i>

